

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları: 942

Olafet Basmı Ders Notu : 12

HAYVAN BESLEME LABORATUVAR TEKNİKLERİ

Doç. Dr. Şahibe ÇALIŞKANER
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü

A N K A R A
1 9 8 5

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları : 942
Ofset Baskı Herge Matru : 12

HAYVAN BESLENME

LABORATUVAR TEKNİKLERİ

Doç.Dr.Şahibe ÇALIŞKANER

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü

ANKARA
1985

İÇİNDEKİLER

	<u>Sahife</u>
ÖNSÖZ	
1. GİRİŞ	3
2. LABORATUVAR MATERYALİ	5
2.1. Kan	5
2.2. Gubre ve İdrar	7
2.3. Cam Malzeme	8
2.4. Damıtık su	14
LABORATUVAR TEKNİKLERİ	
3. KİMYASAL ANALİZ TEKNİKLERİ	16
3.1. Gravimetrik Analizler	16
3.1.1. Örnek alma ve analize hazırlama	17
3.1.2. Çöktürme, Süzme ve Santrifüj	28
3.1.3. Yakama	39
3.1.4. Ayırma	40
3.1.5. Kurutma	42
3.1.6. Buharlaştırma	43
3.1.7. Yakma	45
3.1.8. Damıtma	52
3.1.9. Ekstraksiyon	56
3.2. Titrimetrik Analizler	58
3.2.1. Çözeltilerin hazırlanışı	61
3.2.2. Çözeltilerin muhafaza edilmeleri	74
3.2.3. Çözeltilerin ayarlanması	74
4. FİZİKSEL ANALİZ TEKNİKLERİ	77
4.1. Densimetrik Yöntemler	77
4.2. Optik Aletlerle Analiz Yöntemleri	81
4.2.1. Mikroskopî	81
4.2.2. Refraktometri	95
4.2.3. Polarimetri	96

5.	FİZİK-KİMYASAL ANALİZ TEKNİKLERİ	98
5.1.	Kolorimetrik Analiz Yöntemleri	98
5.2.	Potometrik Analiz Yöntemleri	105
5.3.	Spektrofotometrik Analiz Yöntemleri	107
5.4.	Kromatografik Analiz Yöntemleri	113
6.	BIYOLOJİK ANALİZ TEKNİKLERİ	115
6.1.	Laboratuvar Hayvanları Hakkında Genel Bilgi	115
6.2.	Laboratuvar Hayvanlarının Beslenmesi	115
6.3.	Laboratuvar Hayvanları	116
6.3.1.	Fare	116
6.3.2.	Hiçun	122
6.3.3.	Hamster	124
6.3.4.	Kobay	127
6.3.5.	Tavşan	132
6.4.	Sindirim Denemeleri	137
6.4.1.	Klasik sindirim denemeleri (in vivo)	137
6.4.2.	In vitro sindirim denemeleri	146
6.5.	Protein Kalite Testleri	150
6.5.1.	Kaba Protein Değeri (GPV)	150
6.5.2.	Net Protein Yararlılık Derecesi (NPU)	153
6.5.3.	Total Protein Etkinliği (TPS)	157
6.5.4.	Protein Etkinlik Oranı (PER)	159
6.6.	Enerji Değeri Saplama Yöntemleri	161
6.6.1.	Brüt enerji	162
6.6.2.	Sindirilebilir enerji	178
6.6.3.	Metabolik enerji	179
6.6.4.	Net enerji	183
6.6.5.	Enerji metabolizmasını belirleme yöntemleri	185
7.	RADYOLOJİK ANALİZ TEKNİKLERİ	190
7.1.	Atom Kavramı ve Tarihsel Gelişimi	190
7.2.	Radyonükleotoplar ve Özellikleri	201

7.3.	Radyoaktivite	203
7.4.	Radasyon Konuları	217
7.5.	Radasyondan Korunma Prensipleri	221
7.6.	Radasyonun Ölçülmesi	226
7.6.1.	Birimler	226
7.6.2.	Radasyonun Ölçüm Yolları	230
7.6.2.1.	Kimyasal bozulma ile ölçüm	230
7.6.2.2.	Sayı sistemleriyle ölçüm	231
7.6.2.3.	Birleştirilmiş elektronik ekipman sistemleriyle	238
7.6.2.4.	Fotografik emülsiyon ve otoredyografi	238
7.6.3.	Radasyon Teknikleri	241
7.6.3.1.	İsleme tekniği	241
7.6.3.2.	Aktivasyon analizi tekniği	248
7.6.3.3.	Işınlama (Irradiation)	251
7.7.	Nükleer Tekniklerin Uygulanma Alanları	253
7.7.1.	Tarımda nükleer tekniklerin uygulanması	254
7.7.1.1.	Nükleer tekniklerin hayvan beslemede uygulanma alanları	254
7.7.1.1.1.	Besin maddelerinin sindirim kanalından absorpsiyonu ve reabsorpsiyonu ile ilgili çalışmalar	257
7.7.1.1.2.	Kan ve doku arasında besin maddesi mübadelesi ile ilgili çalışmalar	262
7.7.1.1.3.	Ana ile yavru kanı arasında transplösentel mübadele ile ilgili çalışmalar	264
7.7.1.1.4.	Süt salgısının fizyolojisi ve biyokimyası ile ilgili çalışmalar	265
7.7.1.1.5.	Çeşitli hormonların sentez ve salgılanma cereceleri ile ilgili çalışmalar	265
7.7.1.1.6.	Kan miktarının ve kan hücrelerinin sayılarının tespiti ile ilgili çalışmalar	266
7.7.1.1.7.	Ana metabolizmasında cereyan eden metabolik olaylar ile ilgili çalışmalar	267
7.7.1.1.8.	Radasyon çalışmaları	269
	YAKARLANILAN ESERLER	279
	İNDİKS	281

Ö N S Ö Z

1804 yılında İngiliz Öğretmen John Dalton cisimlerin kimyasal bileşiklerini kantitatif olarak analiz ederek atom teorisini kesin prensiplere bağlamış, kimyasal maddelerin iki veya daha fazla basit elemente ayrılabilirliğini saptamış, ayrılabilenlere bileşik, ayrılmayanlara da element demiştir. O yıllarda Dalton ve diğer bilim adamları, özel bir kimyasal bileşiğin daima aynı elementleri, ağırlıkça aynı oranlarda ihtiva ettiğini göstermişlerdir. Örneğin, özel bir kimyasal bileşik olan suya, hidrojen ve oksijen belirli bir ağırlık dengesi içerisinde oldukları takdirde birleştireceklerini; yani oksijen ağırlığı hidrojen ağırlığından 8 kat fazla olmadığı takdirde, geriye bir miktar hidrojen veya oksijen kalacağını saptamışlardır. "Belirli Oranlar Kanunu" olarak kesinleşen bu kanunun kurulduğu sıralarda su, H_2O yerine HO olarak düşünülmüş ve oksijen atomunun ağırlığı hidrojen atomunun ağırlığından 16 kat yerine 8 kat olarak belirtilmiştir.

Buna karşın aynı sıyan yapıda bulunan hidrojen ve oksijenden hidrojen peroksit yapılmış ve "Katlı Oranlar Kanunu" açıklanmış, H_2O_2 deki oksijen ağırlığının sudaki oksijen ağırlığından 2 misli fazla olduğu görülmüştür. Tüm bu prensiplerden sonra Dalton şu sonuca ulaşmıştır.

1- Kimyasal elementlerin hepsi, birbirinin aynı olan, atom denem ve daha fazla bölünmeyen küçük parçacıklardan ibarettir.

2- Kimyasal bileşikler molekül denem temel birimlere sahiptir,

3- Moleküller basılmasın elementlere ayrılmazlar.

Dalton bir bileşiğe ait molekülün iki veya daha fazla elementin atomlarının birleşmesiyle meydana geldiğini saptamıştır.

Kalitatif veya kantitatif analizlerin tümünde daima kükeni

1804 lere giden kimyasal reaksiyonlardan faydalanılmaktadır. Bu-
gün doğal ve yapay kimyasal maddelerin, madde olarak yapısını
açıklayabilmek, bileşiklerindeki bileşik ve elementlerin miktar-
larının tayini ve birbirleriyle olan oranlarının tespiti ile müm-
kündür.

Bir analizin iyi yürütülebilmesi; bileşiklerin ve element-
lerin genel özelliklerinin, uygulanan yöntemin ve yöntemde kul-
lanılan teçhizatın özelliklerinin çok iyi bilinmesine bağlıdır.
Doğru bir sonuç elde edebilmek için analizlerde uygulanan reak-
siyonların hızlı ve tam olarak cereyan etmesi gerekir. Kimyasal
reaksiyonların çoğu bir denge sağlanıncaya kadar cereyan eder
ve bir denkleme bu belirtilebilir. Reaksiyona giren madde reak-
siyon sonunda tamamen son ürünlere kadar indirgenmelidir.

Alman kimyacı Liebig yürütüldüğü önce "Dünya hakkında ne-
ler bildiğimiz, neler yapabileceğimize bağlıdır. Ve bu, kullandığımız
aletlere, aletleri yapmak için elde edebileceğimiz materyal-
le ve aletleri kullandığımız ellerimizin hünerine bağlıdır" di-
yerek bilimin bağlı olduğu organları açıkça belirtmiştir.

Biz bunu sana özele indirgeyerek diyebiliriz ki; hayvan
tedavisi alanında başarılı olabilmeniz, hayvan tedavisi labora-
tuvarında inlayabilmemiz ve değerlendirebilmemiz; laboratuvarında
neler yapabileceğimize bağlıdır. Bu ise, kullandığımız aletlere,
uyguladığımız yöntem ve en önemlisi ellerimizin hünerine bağlı-
dır.

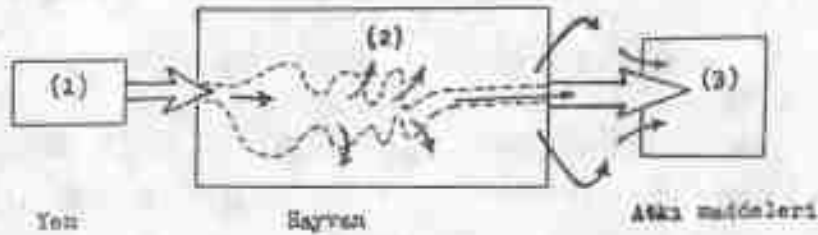
Tüm araştırmacılara başarı dilekleriyle. Kasım 1982.

Şahibe ÇALIŞKANER

1. GİRİŞ

Hayvan besleme, hayvanı yemleme ile başlar. Besleme amacıyla yemleme yapabilmek için hayvanın sindirim sistemini, sindirim olaylarını, hayvanın gereksinim duyduğu besin maddelerini; yemin yapısını, yemin kapsadığı besin maddelerini; bitkisel besin maddelerini; bitkisel besin maddelerinin hayvansal besin maddelerine dönüşebilme özelliklerini ve hızını iyi bilmek gerekir. Bunları bilmek için de, yem ve hayvan vücudunu analiz etmek, yapıyı oluşturan besin maddelerini saptamak, besin maddelerinin bitkisel yapıdan hayvansal yapıya dönüşebilmeleri için indirgendiği en küçük parçaya kadar işlemek, sonra hayvansal yapıdaki besin maddelerinin sentezini görmek, sentez hızını ve sentezlenemeyen, daha doğrusu sindirilmeyen kısmı yani atık maddelerini incelemek suretiyle değerlendirilen ve değerlendirilmeyen besin maddelerini bulmak gerekir. Aksi takdirde besleme, basit bir yemleme ile ileri gidemez, istenen sonuçta ulaşılamaz, beliren yetersizliğin nedenlerini başka alanlarda arayarak vakit geçirmekten başka bir şey sağlanamaz.

Bugün başarılı bir hayvancılık yapabilmek için birbirini izleyen üç modelin laboratuvarında analiz edilerek kritiğinin yapılması zorunludur.



Kısacası hayvan beslemede temel prensip; madde ve enerji değişimi bilançosunun devamlılığına dayanır. Yani, hayvana yemle verilen besin maddeleri veya bu besin maddelerinin kapsadığı enerji ile hayvan vücudunda değerlendirilen besin maddeleri veya

bu besin maddelerinin kapsadığı enerji ve hayvan vücudundan gübre, idrar, ter, gaz v.b. gibi çeşitli şekillerde utilan besin maddeleri veya bu besin maddelerinin kapsadığı enerji arasındaki dengenin yararlı bir durumda muhafaza edilmesidir. Bu dengenin korunmasında dikkat edilecek tüm hususlar birkaç ana madde üzerinde toplanmıştır.

Bugüne kadar hayvan besleme ile ilgili sorunlar, genelde sorun haline geldikten sonra yenleme veya tedavi şekilleriyle çözümlenmeye çalışılmıştır. Bugün ise, yem karomasında veya karmayı oluşturan yemlerde ayrı ayrı olarak, hayvandan alınan kan, doku, idrar ve gübre örneklerinde zaman zaman yapılan laboratuvar analizlerine göre hastalık belirmeden, semptomlar görülmeden çözüm alınmakta, sorunlar sorun olmadan çözümlenme yoluna gidilmektedir.

Yen, 1960 yılından beri R. Akyıldız'ın belirttiği gibi "Pratikte elde edilmiş olan tecrübelerin gösterdiği sınırlar içerisinde kalan miktar ve şartlar altında hayvanlara yedirildiği takdirde sağlıklarına herhangi bir zararlı etkisi olmayan ve hayvanların faydalanabilecekleri şekillerde organik ve anorganik besin maddeleri ihtiva eden materyale yem denir" şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu tanımın yapılabilmesi için yemle hayvan beslemedeki yerinin sapıtılması, yapısının, hayvansal ürüne çevrilebilme derecesinin, yararlı ve zararlı olduğu durumların, depolanma olansklarının, zararları ile mücadele problemlerinin incelenmesi gerekir. Çünkü bugün yem sorunu laboratuvarında incelenmekte, analiz edilerek çözümleri aranmaktadır (Akyıldız,1968).

Hayvan modelindeki şartlar biraz daha farklı ve çok yönlü olduğundan laboratuvarında incelemek biraz daha değişik olmaktadır. Hayvan vücuduna yani sindirim kanalına giren yem, burada besin maddelerine ayrılıp çeşitli etkenlerin etkisiyle mekanik, fermentatif ve mikrobiyal sindirime uğrayarak hayvansal dokuya adapte olmakta, hayvansal ürüne dönüşmektedir. Bu dönüşmenin başarılı olup olmadığının anlamak, yani hayvana verilen yem karomasının hay-

van tarafından değerlendirilip değerlendirilmediğini bilmek, ancak, etki maddelerinin ve hayvansal dokunun analizi ile veya ileri zamanlarda hayvan modelinde görülecek mübet veya menfi değişikliklerle; örneğin canlı ağırlık kazancı veya kaybı gibi çeşitli verim üstünlüğü veya yetersizliğine ilişkin belirtilerle mümkün olabilir. Vaynutta bugün sadece tıpta, biyoloji, bitki koruma, bitki besleme alanlarında uygulanan 'izleme' yöntemiyle çok kısa bir zamanda uygulanabilir. Beslemede başarı sağlamak amacıyla laboratuvarda uygulanan tekniklere geçmeden önce bu yöntemlerin uygulanacağı materyali ve laboratuvarda kullanılacak malzemeyi tanımak yerinde olacaktır.

2 . LABORATUVAR MATERYALI

2 . 1 . KAN

Kan, bilindiği gibi dolaşım sisteminin ana maddesidir. Vücut canlı ağırlığının % 7.7'sini teşkil eder. Yemin kapta olduğu besin maddeleri canlının sindirim kanalında hayvan organizmasında değerlendirilebilecek forma döndükten sonra emilerek ya doğrudan doğruya veya lenf yoluyla kana geçerler. Kan iki kısımdan meydana gelmiştir:

- 1- Plasma
- 2- Kan cisimcikleri

Plasma; kanın pıhtılaşmadan önceki sıvı kısmıdır. Kanın % 55'ini kapsar. Antikoagulant madde katılarak kanın santrifüj edildikten sonra tübün üst kısmında kalan sıvı kısmıdır. Yapısında albumin ve fibrinojen bulunur. Plasma sarı renkli veya renksizdir. Plasmanın rengi canlının cinsine göre değişir. Bu renklilik yapısındaki bilirubin ile karoten ve diğer renk maddelerinden ileri gelir. Bilirubin en çok at kanında bulunduğundan at kanının plasması en fazla sarı renktedir ve bunlarda bilirubin konsantrasyonu 100 ml plazmada 1.57 mg'dır.

Plasma, % 90 su, % 10 katı maddelerden oluşmuştur, Katı mad-

deler, % 5-7 plazma proteinleri, % 0.9 inorganik maddeler; ayrıca organik maddeler ile oksijen, CO₂ gibi serbest gazlardan oluşmuştur. Plazma proteinleri % 4 serum albumin, % 2.7 serum globulin ve % 0.3 fibrinojen kapsar. İnorganik maddeler, Na, K, Fe, Ca, Cl, I gibi maddelerdir. Organik maddeler ise, üre, ürik asit, kreatin, kreatinin ve amonyak gibi atık maddeleriyle amino asitler, glukoz, yağlar ve kolesterol gibi maddelerinden oluşmuştur.

Kan, damar içerisinde, damar endotelyumunun özel fiziksel vasıfları ve kanda bulunan antitromboplastin, antitrombin, heparin gibi tabii antikoagulantlardan dolayı sıvıdır. Uçku veya kan hücreleri yaralanınca kan plazmasından ve dokulardan tromboplastin meydana gelir. Bu maddim, bir plazma proteini olan protrombina tesir edip onu trombine dönüştürür. Bu olayın olabilmesi için vasatta kalsiyum iyonlarının ve K vitamininin bulunması şarttır. Trombin ise fibrinojene tesir edip fibrine dönüştürür ve kan hava ile temas edince bünüğüp pıhtılaşır ve çöker. Üst kısmında berrak sulu bir kısım kalır ki buna serum denir. Serum fibrin ihtiva etmez. Sadece albumin ve globulin kapsar.

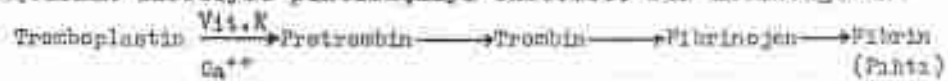
Kan cisimcikleri plazma içinde yüzer durumdadır ve kanın % 43'ünü teşkil ederler. Korpüsküler elemanlar diye de bilinen kan cisimcikleri üç grupta incelenirler.

- a- Eritrositler (kırmızı kan hücreleri = kıyuvarlar)
- b- Lökositler (beyaz kan hücreleri = akıyuvarlar)
- c- Tromboaitler (Plateletler)

Kanın kırmızı rengi yapısındaki eritrositlerden, eritrositin yapısındaki hemoglobinden ileri gelir. Hemoglobin demir vasıtasıyla protein ve renk maddelerinin bağlanmasından oluşmuş bir maddedir.

Antikoagulant maddeleri

Kimyasal antikoagulant maddeler kandan iyonize kalsiyumu uzaklaştırmak suretiyle pıhtılaşmayı önlerler. Bir antikoagulant



maddede olan heparin ise protrombini inaktive etmek suretiyle pıhtılaşmaya mani olur.

1. Sodyum sitrat (% 3.6'lik): 3.6 g sodyum sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 100 ml demitik suda eritilip, kaynatılır ve balonun ağsı kapatılarak soğumaya bırakılır. Oda ısısına kadar soğuyunca steril demitik su ile volümlü tamamlanır. Otoklavda sterilize edilir. 1 kısım sitrat 9 kısım kan olmalıdır (plazma için). 10 ml kan için 2 ml sodyum sitrat kullanılır. Birkaç saatlik bir süre için pıhtılaşmaya mani olur.

2. Heparin (% 1'lik): 1 ml saf heparin 100 ml.ye demitik su ile tamamlanır. Bu eriyik ile şiringanın ucundaki boşluk doldurulur. Üzerine 10 ml kan alınır. Veya 10 ml kana birkaç damla % 1'lik heparin damlatılır veya 1 ml.si 5000 IU heparin ihtiva eden ampulden enjektöre çekilip boşaltılır. Bulaşma kanın pıhtılaşmaması için yeterlidir.

Antikoagulant maddeler olarak, lityum oksalat, potasyum oksalat, sodyum oksalat, sodyum florür, litrum sitrat ve amonyum oksalat + potasyum oksalat gibi eriyikler de kullanılmaktadır.

2.2. GÜBRE ve İDRAR

Sindirim olayları sonucunda erimeyen ve rezorbe edilmeyen besin maddeleri gübre ile dışarı atılırlar. Gübre, çözünmeyen yem artıklarını, emilmeyen besin maddelerini, sindirim salgularından gelen fermentleri, kalın barsak bakterilerini, yıkılmış ince barsak epitellerini ve endogen metabolizmadan gelen mineral maddeleri içerir.

Yenilerden ne düzeyde yararlanıldığı hayvanların gübresi kontrol edilerek sepaanabilir. Örneğin tavuklarda iki tip gübre gözlenmiştir. Biri, kör barsağa (cöcum) uğrayan barsak muhteviyatından oluşan yumuşak ve sıvı gübre, diğeri ise kör barsağa uğramadan geçen muhteviyatın oluşturduğu sert, yeşilimsi beyaz,

ürük mat tabakası ile örtülmüş gübre. Her ne kadar bu hayvanlar-
da idrar ve gübre birlikte çıkarsa da bu durum yemin değerlendiril-
mesinin tesbitinde etkili olmaz.

İdrar tepekkülünde iki olay meydana gelir. Biri basit bir
süzme, diğeri ise seçici absorpsiyondur. Basit süzme fiziksel bir
olaydır. Böbrek glomerullerinin kılcal damarlarında meydana gelir.
Tübüllerdeki geri emiş hadisesi ise idrarın yoğunluğunu temin e-
der ve bu yolla bazı maddeler örneğin su, glikoz, v.b. maddeler
geriye, kan dolaşımına dönerler. Kısaca böbreklerin ilk işi kanın
terkibini muhafaza etmektir ki, birçok metabolizm artıklarını
atmakla bunu yapmaktadır. Sadece idrar özgül ağırlığının tesbiti
bile böbrek fonksiyonları hakkında geniş ve doğru bilgi verir.
Aynı zamanda idrar, organizmanın hormonal ve metabolik değişik-
liklerinde de hekimi, veterineri, hayvan besleyicisini uyandır.

2.3. CAM MALZEME

Standard cam eşyaların kullanılmasını bilmek doğru netice-
lerin elde edilmesini sağlar.

1- Volümetrik cam malzeme

Çözeltilerin hazırlanmasında ve sıvıların volümlerinin ta-
ymininde kullanılır. Volümetrik malzemedeki okumalarda sıvıların
yüzeylerine dikkat edilmelidir. Sıvıların yüzeyleri cam boru i-
çinde düz olmayıp yukarıya doğru bir eğri durumundadır. Volüm



çizimini tam gök seviyesine getirilip, sıvının üst yüzeyinin mey-
dana getirdiği eğrinin en alt noktasının gösterdiği takdimat

okunmalıdır. Eğerse civaya bu durumda tersi olmaktadır. Yani civa yüzeyi aşağı bakan bir eğri durumdadır ve okuma eğrinin en üst noktasının çıktığı volüm çizgisi ile aynı hizadan bakılarak gösterilir ve okunur.

a) Dereceli silindir.

Hesabi bir doğrulukla ölçer. 500-1000 ml.lik silindirlerle idrar volümü tayin edilir.

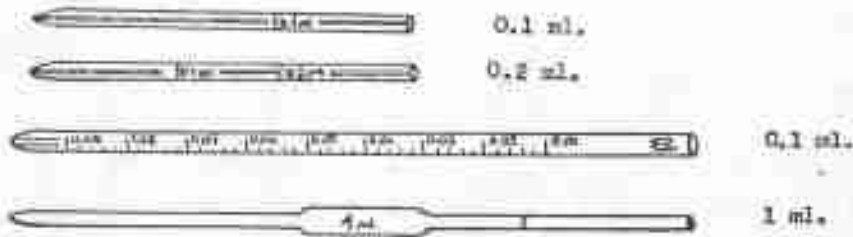
b) Pipetler

Yapılacak analizin özelliğine göre değişik şekillerde ve hacimde olmak üzere çeşitli tipleri vardır.

ba) Balonlu pipetler: Genellikle tek volüm çizgisi bulunur. Bunlar % 0.1 derecede doğru sonuç verir. Daha ziyade belirli volüme bir kuptan bir kaba yapılan nakillerde kullanılır.

bb) Dereceli pipetler: Bunlar ya ucuna kadar kalibre edilmiştir veya belirli bir yerden itibaren taksimatlandırılmıştır. Pipet üzerinde bu iki durum not edilmiştir.

bc) Mikropipetler: Çok küçük volüme hazırlanmış, çok hassas pipetlerdir. Bunlarla kan v.b. özel sıvılar nakledilir.



Pipetle çekilecek sıvıdan önce volüm çizgisini geçecek şekilde alınır. Sonra parmakla istenen volüme durdurulur. Nemli veya ıslak parmakla sıvı seviyesinin ayarlanması güç olduğundan işaret parmağının kuru olması gerekir.

Tehlikeli maddelerle çalışıldığında ^{bir} lastik bir boru/balon

yardımı ile emilmeli veya püskürtülmalıdır. Helyonaktif çözeltilerde mutlaka püskürtülmalıdır. Pipet, volümetrik cam malzemenin kullanılması sırasında dikkat edilecek noktalara uygun şekilde okunmalıdır. Burada dikkat edilecek diğer husus, pipetin dışıda bulunmuş olan sıvının nakledilen yere geçirilmesinin önlenmesidir. Bunun için pipetin dışı yumuşak bir kâğıtla silinmelidir. Pipette taşınan sıvı, pipetin ucu nakledilen kabın veya tübün iç yüzüne dokundurularak üstteki parmak göreviyle aktarılır. Parmakı tamamen kaldırmadan 20 saniyede pipet boşaltılmalıdır. Pipetin üfleterek boşaltılması hatalıdır. Ayrıca büyük volümlü bir pipette küçük ölçüdeki sıvıları birkaç tübe boşaltmak, örneğin 10 ml.lik bir pipette 0.5 ml.lik tübe koymak hatalıdır. Çünkü tüm tübelere farklı volümler katılmış olur.

bd) Buret: Ucunda musluk bulunan taksimatlı bir cam borudur. Titrasyonda kullanılan sıvının volümünü ölçer. Çok tipleri vardır. Fakat daha ziyade 25-50 ml.lik 0.1 ml taksimatlı olanları kullanılır. Küçük volümlü (1-2 ml.lik) büretlere mikro buret denir. Muslukları rodajlı olarak yapılmıştır. Sıvının akmasını mani olmak için yağlanmalıdır. Kullanılmadıkları zaman kuru, temiz ve üst ucu kapalı olarak muhafaza edilmelidir.

be) Balon: Cam kapaklı veya kapaksız olanları vardır. % 0.1 hassastırlar. Çözelti hazırlanmada kullanılırlar. Eritilmesi gereken maddelerde önce tamamen eritilmeli sonra volüme tamamlanmalıdır. Maddenin katılarak eritilmesi durumunda çözelti tamamen soğuduktan sonra volüme tamamlanmalıdır. Balonun kapakları rodajlı olmalıdır. Balon jöjeler ve Kjeldahl balonları kapaklı ve kapaksız balonlara örnek verilebilir.

bf) Santrifüj tüpleri: Volümetrik olmayanları da olmakla beraber daha ziyade volümetrik olarak yapılmıştır. Çeşitli şekilleri vardır. Volümetrik olmayanlarda da volüme son derece dikkat etmelidir. Çünkü santrifüj, denge esnasında dayanarak merkezkaç sistemiyle çalışır. Aksi halde denge bozulup tübün kırılmasına neden olur.

2- Volumetrik oluşturan cam malzeme

Deney tübü: İnyaya dayanıklıdır. Farklı uzunlukta ve farklı çapta olanları, yapılacak analize göre tercih edilir. Deney tübü içerisinde sıvı iyi karıştırılamadığı için bilhassa ısıtarak yapılacak analizlerde, tübü ısıtırken çalkalanmalı ve ağzının istikametine dikkat edilmelidir. Tüp 45 derece yatık tutularak dip kısmına yakın bir yerden küçük bir alevle ısıtılmalıdır. Bazı analizlerde tüp ağız kısmından ısıtılmaktadır. Örneğin idrarın protein araştırılmasında tüp üst kısmından ısıtılır ve üstte beklenen bulanıklık, tübün alt kısmındaki kaynamamış idrarın mukayese edilir.

CAM MALZEMENİN TEMİZLENMESİ

Cam malzemenin temizlenmesi fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik olabilir. Cam malzeme önce sabun veya deterjanlı suda su ile yıkanır. Bu sırada malzeme tel fırça ile ovalmalıdır. Musluk suyu ile iyice çalkalanmalı, demitik sudan geçirilmeli, süzülükten sonra kronik asit temizleme çözeltisine daldırılmalıdır.

Kronik asit temizleme çözeltisi: 20 gr toz halindeki potasyum veya sodyum dikromat litrelik erlenmayer içinde birkaç mililitre demitik su ile koyu bir bulamaç yapılır. 300 ml. ticari H_2SO_4 yavaş yavaş ilave edilip iyice çalkalanır. Birkaç gün, arada bir çalkalanarak bekletilir. Cam kapaklı bir şişede yeşil bir renk alınmaya kadar kullanılır.

Bu çözelti kuvvetli asit olduğundan dikkatle kullanılmalı, özel penslerle tutulmalıdır. Genelde malzeme birkaç dakikada temizlendiği gibi, çok kirli malzeme bir gece bekletilmelidir.

Temizleme çözeltisinden çıkan cam malzeme birkaç defa musluk suyuyla çalkalandıktan sonra demitik sudan geçirilmelidir. Kan ile bulamış serolojik tüpler veya kültür kapları yıkanmadan önce 1-2 arap sabunu veya deterjanlı suda 30 dakika kaynatıl-

diktas sonra yıkanmalıdır.

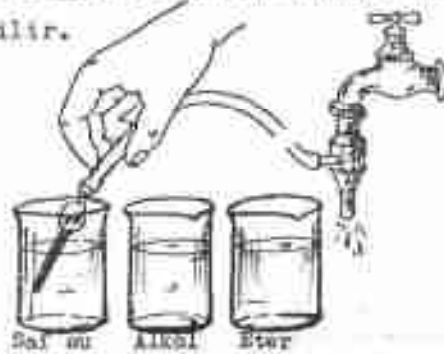
Radyoaktif çalışmalar yapılmış malzeme aynı şekilde temizlenmeli, bulaşmanın mümkün olduğu kadar dağılmasına mani olmalı, ve gerekiyorsa radyoaktivitesi geçinseye kadar kullanılmalıdır.

Daha sonra sıcak hava geçirilerek veya 80-100°C'de etüvde kurutulmalıdır. Derzeli cam malzemenin kurutulmasında 80°C'nin aşılmasına dikkat etmelidir. Zira yüksek ısı, malzemenin volümünün değişmesine neden olabilir.

Pipetlerin temizliği: Tabanına cam pamuğu yerleştirilmiş (pipetlerin boyuna eşyan) bir silindir içine kirli pipetler konur. Sabunlu veya deterjanlı sıcak su ile silindir doldurulup boğaltılır. Bu işlem birkaç defa tekrarlanıp, çeşme suyu ile iyice çalkalanarak su trombu yardımı ile silindir içindeki su tamamen alınır ve silindir kromik asit temizleme çözeltisi ile tamamen doldurulur. 24 saat sonra boğaltılır. Ünce çeşme suyu ile sonra damıtık su ile iyice durulanır, kurutulur. Pipetin çabuk kuruması için önce üstüne yıkanır sonra alev üzerinden bir iki defa geçirilir.

Serolojik ve bakteriyolojik çalışmalarda temizlenen pipetler kâğıtlara sarıldıktan sonra kuru hava sterilizatöründe 120°C'de 2 saat sterilize edilir.

Kan pipetleri: Sayım yapıldıktan sonra içinde su bulunan küvete konan pipetlerden, daha sonra damıtık su, alkol ve eter, su trombu yardımıyla çekilir. Su trombunu hızlı çalıştırmamalıdır. Çünkü pipet içerisindeki buncuk hazneye hızla çarpıp kırılabilir veya tıkanabilir.



Lökosit pipetindeki morumsu renk alkalile, eritrosit pipetindeki buşlu cam görünümlü amonyakla, pıhtılaşmış kan kitlelerini 100 ml kılı veya çok ince telle çıkarmak veya % 1 sodyum hidroksit ile eritmek mümkündür. Sodyum hidroksit etkisiz kaldığında kromik asit temizleme çözeltisi de kullanılabilir.

Hemometre: Kullanıldıktan sonra içerisinde su bulunan bir kaba konur. Daha sonra damıtık su, alkal ve asetonun su trombu yardımı ile geçirilir.



Sayma kamerası: Su, alkol veya aseton ile temizlenip yumuşak bir tübentle kurulanır. Takvimetli karenin bulunduğu alana elle dokunulmamalıdır.

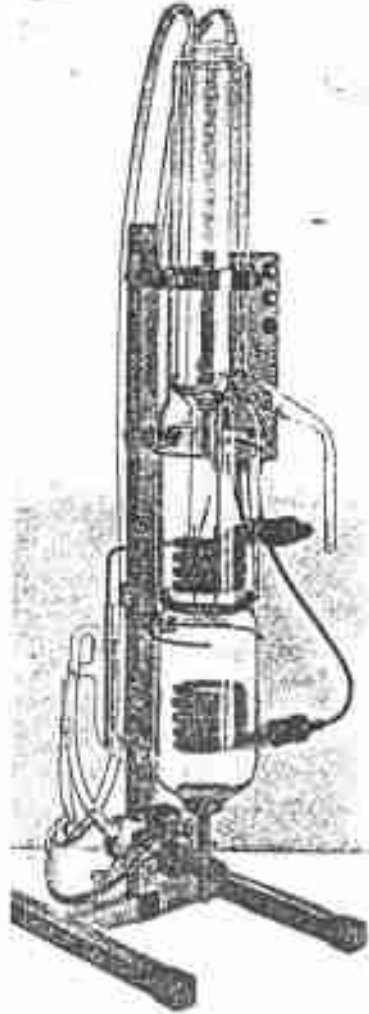
Lam ve lamel: Kan sayımı yapılan lamın veya bakteriyolojik preparatın hazırlandığı lam ve lamelin çok temiz olması gerekir. Sabunlu veya deterjanlı kaynar suda yıkandıktan sonra su ile çalkalanıp damıtık sudan geçirilmeli, kurutulması için özel ağız üzerine yerleştirilmelidir. Kurutulan lam ve lamel temiz bir

koşuda sarılıp kullanılmadan önce sikol + eter karışımı ile tekrar temizlenmeli ve tülbent ile silinip parlatılmalıdır.

2.4. DAMITIK SU (DISTİLE SU)

Laboratuvarıta kullanılan su, organik ve inorganik madde kapamamalıdır. Esasen laboratuvarıta su denince suda damıtık su akla gelir. Ancak özel durumlarda musluk suyu veya iki defa damıtık su yani bidistile su kullanıldığında bu belirtilmelidir.

Genelde bir defa damıtılmış su (damıtık su = distile su) kullanılır. Damıtma özel olarak yapılmış cam malzeme içerisinde yapılmalı, damıtık su sık sık kontrol edilmelidir.



Mono ve Bi destile su cihazı.

Distile suyun kontrolünde dikkat edilecek hususları

1. Temiz bir saat camına 1 ml su koyun yavaş yavaş uçurulur, geriye bir kalıntı kalırsa su saf değildir.

2. Bir tübe 10 ml su konur. Üzerine birkaç damla glüme nitrat damlatılır. Bulanıklık olursa su klor ihtiva ediyor veya meslek suyu ile karışmış demektir.

3. Damıtık su zamanla havanın CO_2 ini alır. Temiz bir tübe 8 ml damıtık su ile 3 damla metil kırmızısı veya metilen mavisi damlatılır. Kirli yeşil bir renk olursa CO_2 vardır. Kaynatılırsa bu renk berrak yeşil olur.

4. Damıtık suyun organik madde kapsediğini anlamak için temiz bir tübe 10 ml su konur. İçine birkaç parça saf KI billuru ve 10 damla K iyodat çözeltisi ilave edilir. 3 damla % 1 niqasta damlatılıp tübün ağzı kapatılır. Su saf ise 15 dakikadan fazla bir süre renksiz kalır. Çok az miktarda amit veya organik madde ihtiva ediyorsa mavi bir renk ortaya çıkar.

LABORATUVAR TEKNİKLERİ

Hayvan beslemede laboratuvar teknikleri başlıca beş ana grup halinde incelenmektedir.

- 1- Kimyasal analiz teknikleri
- 2- Fiziksel " "
- 3- Fiziko-kimyasal analiz teknikleri
- 4- Biyolojik " "
- 5- Radyolojik " "

3. KİMYASAL ANALİZ TEKNİKLERİ

Kimyasal analizlerde, genellikle analizi istenen ana madde ile kullanılacak kimyasal maddelerin miktarına göre, makro ve mikro yöntem olmak üzere iki yöntem uygulanır. Her iki yöntemde de esas prensip aynıdır. Sadece kullanılan malzemede farklılık vardır. Bunlardan başka semimikro ve ultramikro analiz yöntemleri de uygulanmaktadır. Fakat bu yöntemlerde son derece hassas aletlere gereksinim olduğundan her zaman tercih edilmez.

Analizi yapılacak maddenin, yöntemin uygulanamayacağı kadar az olması durumunda örnek seyreltilerek miktarı artırılır ve sonuç seyreltme faktörü dikkate alınarak değerlendirilir. Burada, aranan çeyin madde içerisindeki miktarı esas olduğundan analiz makro yöntemle yapıldığı halde değerlendirme semimikro veya ultramikro olarak yapılabilir.

3.1. GRAVİMETRİK ANALİZLER

Teknik: Bir elementi veya bileşiğini mümkün olduğu kadar ana maddeden ayırmak ve kimyasal reaksiyonların sonuçlarını tartı aletlerinde tartarak bulmaktır.

İşlemler sırasında birtakım teknik güçlüklerle karşılaşıldığından ve de uzun zaman aldığından pratik bir yöntem değildir. Analiz edilecek maddeden bir elementin veya bileşiğinin ayrılma-

sında çeşitli yöntemler uygulanmaktadır.

1. Çöktürme (Presipitasyon)
2. Buharlaştırma (Volatilisasyon)
3. Elektro-Analitik yöntemler

Bu yöntemler genellikle inorganik maddelerin analizinde uygulanmaktadır.

Genel Prensipten: Analiz edilecek madde kimyasal reaksiyonlarla çöktürme ve süzme (filtrasyon) ile ayrılabilen erimesiz veya çok az eriyebilen bir bileşik haline getirilir. Eriyebilen diğer maddelerden yıkanarak ayırıp serbest hale getirilip kurutulur veya belirli bir bileşimde başka bir madde haline getirilerek tartılır. Bileşikteki elementlerin atom ağırlığından hesaplanarak aranan madde miktarı saptanır.

Bu yöntemlerin uygulanmasında:

1. Örnek alma
2. Çöktürme
3. Süzme
4. Yıkama
5. Kurutma veya yakan
6. Buharlaştırma

işlemleri yapılmaktadır.

3.1.1. Örnek Alma ve Analize Hazırlama

Gravimetrik analizlerde güvenilir bir sonuç elde etmek için, tüm analizlerde olduğu gibi tartı ve örnek almanın çok hassas yapılması gerekir. Sıvı ve çok ince toz halindeki maddelerden (çok aznlukla homojen oluklarından), kolaylıkla ve sağlıklı bir şekilde örnek alınabilir. Yen, tozu ve gübreden örnek almak için özel yöntemler uygulanır.

a) Yen örneğinde, homojenliğine sağlanması için süzülür, belirli eleklere geçirilip, özel aletlerle örnek alınır. Burada bazı teknik hususlara dikkat etmelidir. Örneğin, materyal

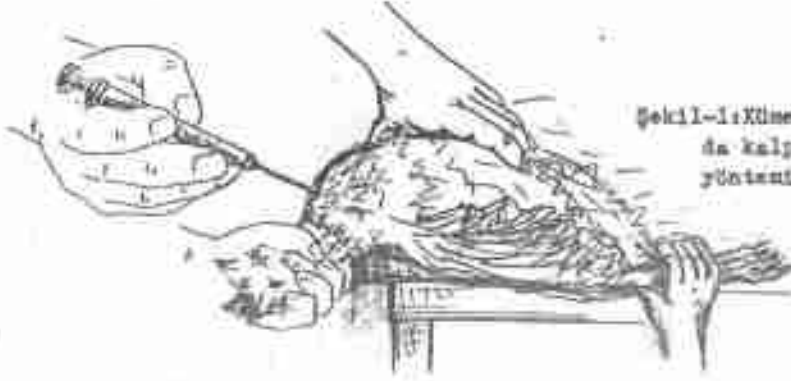
yağ ise mikroorganizma faaliyetine meydan vermemek için noçukta tutulmalı, kuru madde analizi yapılacaksa fazla bekletilmemeli ki su kaybı olmasın, v.b.

b) Kan örneğinde, homojen bir yapı mevcut olduğundan önemli bir sorun yoktur. Ancak, kanın yapılacak analizlerde iki noktaya dikkate alınmalıdır. Birincisi kan örneğinin canlıdan alınması, ikinci nokta ise alınan kanın analiz için örnek alınmasıdır.

Kan örneğinin canlıdan alınması çeşitli hayvanlarda farklı olmaktadır. Örneğin, kanatlı hayvanlarda, kanat altındaki damarlardan; fare, sıçan, kobay, tavşan gibi laboratuvar hayvanlarından kuyruk ucundan, kulaktan veya gözden, veyahutta tüm bu hayvanlarda kalpten kan alınır. Kan alınacak yerin seçimi analiz özelliğine ve kullanılacak kanın gereken miktarına göre seçilir.

Kan, yapılacak analiz özelliğine bağlı olarak değişmekle beraber genellikle 15-20 santlik açıklıktan sonra alınmalıdır. Kan alınacak yer önce tüylerden temizlenmeli sonra alkolle silinip o bölgenin steril olması sağlanmalıdır. Daha sonra keşölle silinerek damarların genişlemesi sağlanmalı, alkolle tekrar silinip uygun bir vasıtayla meydana getirilmelidir. Çalışılan tüm malzeme (enjektör, tüp, çipe v.s.) steril olmalı, kuru iğne ile çalışılmalıdır. Alınan kan laboratuvara nakledilinceye kadar kurubusu özel kutular içine konup, analiz tamamlanincaya kadar buzdolabında muhafaza edilmelidir .

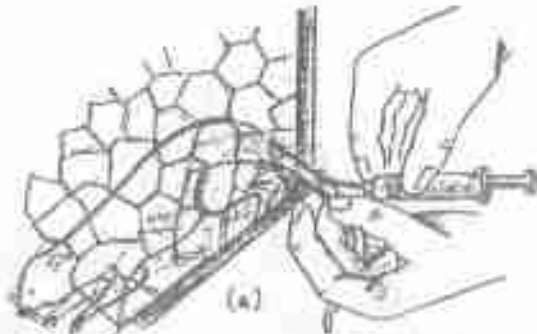
Kalpten kan almak için önce hayvan düz bir yere, örneğin bir masa üzerine, bağı ağıya markacuk şekilde sırt üstü yatırılır (Şekil-1). Göğüs kemiğinin başlangıç yerinden 1-2 santim aşağıdan, gereken temizlik işlemleri yapıldıktan sonra, iğne önce göğüs kemiğine paralel olarak batırılır, sonra çok hafif dikleştirilerek girilir, sert bir kalp dokusuna girdiği hissedilmelidir. Enjektör pistonu hafif çekilmek suretiyle kanın geldiği kontrol edilmeli; kalp atışlarını yansıtan, rahat bir şekilde, pistonu kendi halinde iten, berrak kırmızı kan gelecek şekilde sağ-



Şekil-1: Kuşes kanatlılarında kalpten kan alma yöntemi.

İzlenmelidir. Eğer kanın gelmesi zorlukla oluyorsa, elde edilen kan açık renkli ve de köpüklü ise, kan oğlerden alınıyor demektir ve yanlış bir uygulamadır.

Fare, sıçan, kobay gibi laboratuvar hayvanlarında da kuyruktan kan almak oldukça kolay bir tekniktir. Bunun için önce hayvan bir kafes içerisinde veya özel bir bölüme, bir hücreye alınarak (Şekil-2), kendisinin dönmeye alıştığı şekilde kuyruğu yerleştirilir. Bu sistemde, hayvanın ağrıya maruz kalmamasına, rahat bir şekilde durabilmesine dikkat etmelidir. Alkol, keşil ve tekrar



Şekil-2: Laboratuvar hayvanlarında kuyruktan kan alma yöntemleri (a) çok miktarda kan gerektiğinde, (b) bir damla kanla direkt analizlerde.

alkolle silinen kuyruk ucundan 1 cm.lik kısım kesilir. İlk damla alınır ve kuyruğa hafif masaj yapılmak suretiyle istenilen miktarda kan alınabilir. Kuyruktan, üç kısım kesildikten, kuyruk ucundaki damardan da kan alınabilir. Kan alındıktan sonra tekrar kuyruğun alkolle silinmesi gerekir. Bu hem steril çalışmak için hem de keşil ile açılan damarın kolayca kapanmasını ve sertleşen

kuyruğun tekrar yumuşamasını sağlamak için gereklidir.

Gözden kan almak için, hayvanın başı sol elin baş ve işaret parmaklarının arasında, vücudu avuç içinde olacak şekilde tutulur (Şekil-3). Hayvanın başı, parmaklarla hafifçe sıkıldığında gözler açılır ve pastör pipetiyle gözün yan tarafından girilir. Kılcal borusu sistemiyle yükselen kan üstteki kamara dolar. Hayvanın gösüne hiçbir şey olmadıkça fazla miktarda kan elde edilebilir. Fare, siçan ve kobuzların organizma çok çabuk kendini onardığından ve de beslenme ve çoğalmada çok çabuk cevap verdiklerinden laboratuvar çalışmalarında tercih edilirler.



Şekil 3-laboratuvar hayvanlarında gözden kan alma yöntemi.

Biyokimyasal analizlerde çoğunlukla venöz ve kapiller kan kullanılır. Arteriyel kana özel durumlarda gereksinim duyulur. Genelde birçok maddelerin konsantrasyonu örneğin, kolesterol, sodyum, kalsiyum, fosfor, üre, total protein v.b. venöz ve kapiller kanda aynıdır. Ancak glikoz venöz kanda, kapiller kandan daha düşüktür.

Canlıdan alınan kandaki analiz için örnek alındıkça da tüm temizlik ve steril şartlarıyla, homojen olmaya dikkat edilmelidir. Ayrıca yapılacak analizin özelliğine göre serumda veya plazmada ayrı ayrı düşünülmelidir. Örneğin, kanda kalsiyum tayini yapılacaksa; kan hücrelerinde normal olarak kalsiyum bulunmadığından analizin serumda yapılması gerekir. Bu durumda alınan kan örneğinde serum, 1-2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra sentrifüj edilerek bir an önce ayrılmalıdır. Aksi halde, hücrelere

doğru bir kalsiyum difüzyonu sağlayacağından analiz sonucunda düşük değerler elde edilir. Difüzyon, kan alındıktan 4 saat sonra meydana geldiğinde serumun bu zaman içerisinde ayrılması gerekir. Serumun beklemesi kalsiyum miktarını değiştirmezse de 24 saat içerisinde analizin yapılması öngülmüştür.

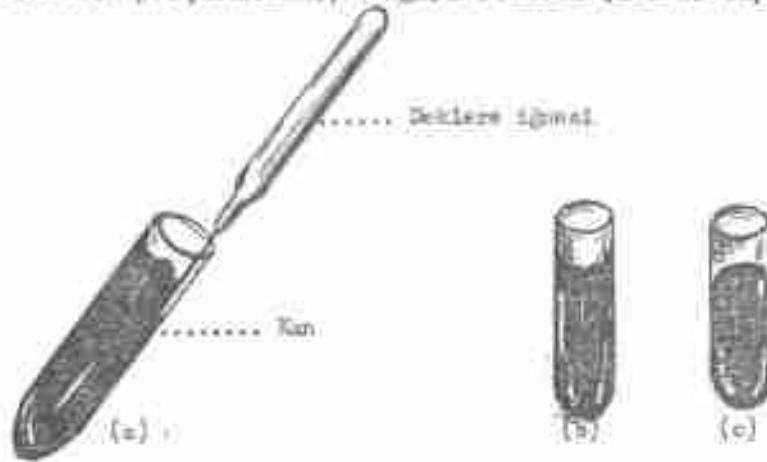
Ürnenin, kanda fosfor tayini yapılacaksa, yine en kısa zamanda kan santrifüj edilerek serumu ayrılmalı ve buzdolabında bir kaç saat veya 1 hafta toluva damlatılarak uzun müddet saklanabilecek bir duruma getirilmelidir. Her ne kadar serumun bekletilmesinde bir mahzur yok ise de 24 saat içerisinde analizin yapılması uygundur. Serumun kendi halinde durmasıyla anorganik fosfor miktarının 2 hafta sonunda 7-8 mialı yükselediği saptanmıştır .

Analizin özelliğine göre serum veya plazmaya kullanılması fark etmediği durumlarda serum yerine plazmada çalışmak daha avantajlıdır. Ürnenin, serumda, hemoliz olayı daha fazla olmaktadır. Biyokimyasal analizlerde hemolitik serumlar genellikle hatalara neden olurlar. Bunlardan birincisi, eritrositlerin içinde bulunma ve plazmadan daha yüksek konsantrasyonda olan bazı maddeler plazmaya geçer ve birtakım bileşikler oluşturmaktadır. Böylece sonuçlar hatalı olarak elde edilir. İkincisi, fotometrik ölçmelerde sapsular görülür. Üçüncüsü ise hemoglobinin kimyasal reaksiyona girmesi veya lipaz aktivitesini önlemesidir. Tüm bu noktalara dikkat edilirse serum yerine plazma kullanılması önerilebilir.

Teknik: Plazma ve serumun elde edilmesinde esas, kanın santrifüj edilmesidir. Plazma elde etmek için enjektöre veya kedinin konacağı santrifüj tübüne önce, antikoagülant maddeye göre değişen miktarlarda, pıhtılaşmayı önleyici madde konur. Pıhtılaşmayı önleyici bu maddelerle kanın karışması için kabın çalkalanması, kürelerin parçalanmasına, dolayısıyla hemolize neden olacağından doğru değildir. Tüp veya enjektör sağa ve sola eğilerek kan ile antikoagülant maddenin karışması sağlanır. Serum elde etmek için kan doğrudan doğruya tübe konur. Santrifüjden önce

1-2 saat oda sıcaklığında bekletilmelidir.

Laboratuvara getirilen kan önce tübün ağız kısmı aleveden geçirilerek (bu işlem özel analizlerde uygulanmalıdır), deklere iğnesi ile deklere edilir. Denge terazisinde tartılarak uygun miktarda olanlar karşılıklı olarak çekilde santrifüje yerleştirilir. (Şekil-4). Dikkat edilmesi gereken noktaları deklere sırasındaki hücrelerin parçalanmaması, dengesi bozacak şekilde tüplerin yer-



Şekil-4: Santrifüj tübünde kanın deklere edilmesi (a), deklere- den önce (b), deklere sonrası (c) görünüşü.

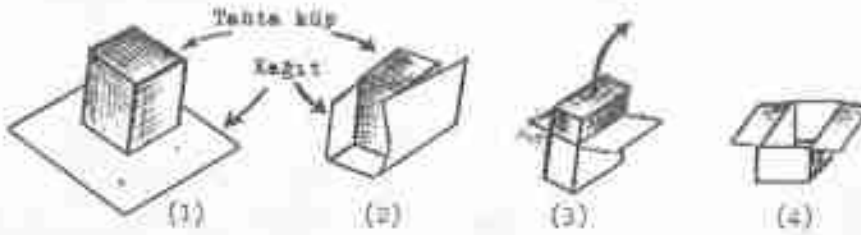
leştirilmemesidir. 3000 d/d'da 15 dakikalık santrifüj yeterlidir. Serum veya plazma bir pipet yardımı ile derhal ayrılarak ayrı bir tübe alınmalı, tübün ağız kısmı kapatılıp buzdolabına konmalıdır.

c) Organ ve Dokudan Örnek Almak: Ster veya kloroform ile öldürülen hayvan sırt üstü yatırılarak karın kısmından açılır (Şekil-5).



Şekil-5: Örnek almak için hazırlanmış bir fare

Baş, arka kısımdan kesilerek beyin sedelenmeden çıkarılır ve tüm organlar ayrı ayrı ≤ 10 luk formalin içerisinde konur. En az 24 saat bekletilip tesbit edilir. Formalin dış etkenlere karşı koruyarak organın bozulmasını mani olur. Formalinden çıkarılan organlardan çok ince karakteristik parçalar alınır, 80 derecelik alkolde 3-5 saat birskılarak örneğin bünyesindeki su çıkarılır. 90 derecelik alkolde 2 saat, 96 derecelik alkolde 2 saat, 100 derecelik alkolde ise 1-2 saat tutulur. Örneği şeffaflaştırmak için ksilolde yarım saat, ksilol + parafin (yarı yarıya) karışımında yarım saat, 56°C de erimiş saf parafinde 3 saat bekletilir. Parafin doku içerisine girip dokuyu sertleştirir. Elde edilen örnek ile blok yapılır. Bunun için önce kâğıttan küçük (2x2x2 cm) bir küp hazırlanır (Şekil-6).

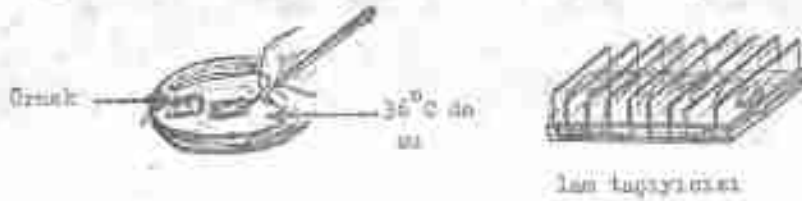


Şekil-6: Doku ve organ örneği hazırlamak için kâğıt blok hazırlanması sürecinin dört aşamasını gösteren bir çizimdir.

Kâğıttan hazırlanan kübün alt kısmına örnek konup üzeri sıcak parafin ile kapatılır. Parafin donunca kâğıt küp yırtılır ve parafinli örnek alınır. Bir tahta üzerinde örnek sabitletilir. Bunun için, parafinli örnek blokunun alt yüzeyine sıcak baret veya bıçakla bir defa sürülür. Eriyen parafin, örnek blokunun tahtaya yapışmasını sağlar. Parafinin sertleşmesi için tahtaya

repte-

dilen örnek blok olduğu gibi bu üzerine konur. Sonra örnek + tab-
ta mikrotom presi arkasına yerleştirilir. Mikrotomun kolü vasıta-
sıyla ileri geri hareket ettirilerek üst kısımındaki parafin atılır.
Örneğe gelince 5 mikron kalınlığında örnek alınır geçiçe bir kap-
ta 36°C 'deki suculuk suyuna konur. Her örnek ayrı bir lam üzerine



bir bir yardımı ile yerleştirilir. Bunun için lam önceden ısıtil-
malıdır. Çünkü ısınmış eriyen parafin lam üzerine kolayca yapışır.
Her organdan 3 örnek yeterlidir. Lamlar mape (lam taşıyıcısı) ü-
zerine yerleştirilir. 56°C 'lik stüve konup 10-15 dakika bekletis-
ilir ve lamların kuruması sağlanır. Stüv bulunmayan yerlerde ku-
rutma dışarıda bekletilerek de yapılabilir. Eğer lamlar kurutul-
mazsa örnekler boynamazlar.

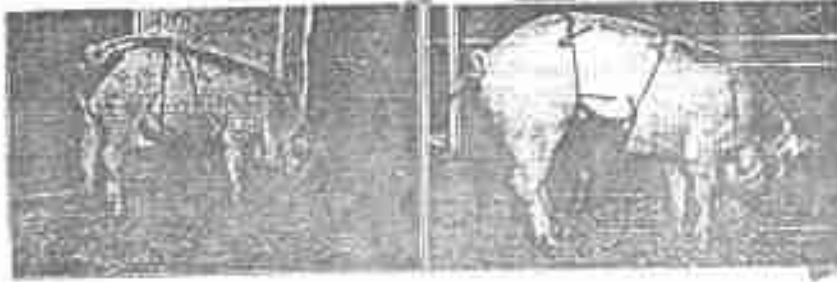
Örneklerin boyanmasını Autotechnikon'da yapılır. Bunun için
önce kuruyan lamlar ototechnikonun lam taşıyıcısına yerleştirilip
aliete takılır. Otomatik olarak çalışan, zamana göre ayarlanan
alet boyamayı kendisi yapar. Aletin üzerinde behergamlar sıra-
lanmıştır. Lamların bulunduğu kol otomatik olarak behergamlara
girip çıkar. Önce ilk behergamlardaki kılıf ile girer lam bloku ke-
di etrafında dönererek parafinini 10 dakikada eritir. Sonra lam
taşıyıcı kol yükselir tabla ilerler ve ikinci behergama gelin-
ce durur ve iner. Burada 96° derecelik alkol vardır ve 3 dakikā-
da örnekler kılıftan temislenir. Daha sonra 90° derecelik alkol-
de 2 dakika kalır. 4. behergamlarda 80° derecelik alkolde 2 dakika,
içerisinde su bulunan 5. behergamlarda 4 dakika kalıp alkolde tem-
islenen örnekler biraz su almış olur. Daha sonra 6. behergamlarda
koyu lacivert renkli hematoksilin boyasında 10 dakika bekletilir.
Boya boyatıldıkça Hroegin boya alma özelliği kuvvetlendiğinden,

hematoksilen boyat ise 5-3 dakika bekletilmesi yeterlidir. Aletin 7. beherglassı su musluğuyla bağlıdır ve devamlı olarak su dolunur. Burada örnek yarım saat kalıp temizlenir. Sonra kırmızı renkli ezici boyası bulunan 8. beherglassına gelen örnek bir dakika kalır. 9. beherglassındaki su içerisinde 4 dakika bekletilir. Daha sonra 80 derecelik alkolde 2 dakika, 90 derecelik alkolde 2 dakika, 96 derecelik alkolde 2 dakika kalıp keilole gelir ve oradan çıkarılır. Böylece başlangıçtaki işlemin tersi uygulanarak örneğe verilen su geri alınır. Keiloiden çıkarılan örnekte su yoktur. Alet otomatik olarak durmuştur. Lam taşıyıcısı alınıp lamlardaki isleklik, örneğe dokunmadan bir bez yardımı ile kurutulur. Üzerine kapatma vasatı olarak bir damla Kanada balasını damlatılıp lamalle kapatılır. Lamal lam üzerinde hareket ettirilmeden birden konur. Örnek mikroskofta incelenir.

Yapılması düşünülen analizin özelliğine göre, doku örneğinin dokuyu karakterize etmesi ve sadece homojen olması yeterli olduğu durumlarda, doku çok küçük parçalara ayrılıp karıştırılarak homojen bir hale getirilir. Buradan alınan örnek yüksek devirde çalışan bir homojenizatörde homojen bir sıvı haline getirilip, alınan örnekte analiz yapılır. Örneğin, karaciğerde veya böbrek dokusunda herhangi bir analiz, (örneğin ürik asit analiz) yapılacak ise; karaciğer ve böbrek kurutma kağıdı ile kurutulup tartılır. Mümkün olduğu kadar küçük parçalara ayrılıp iyice karıştırılır. Örnek alınır ve alınan örneğin ağırlığının 20 katı 0.04 N HCl ile yüksek güçlü homojenizatörde 10-15 dakika homojenize edilir. Elde edilen sıvıdan ürik asit saptama yöntemine göre alınan örnekte proteinlerin çöktürülmesi sağlanarak hazırlanan proteinaz örnekten tekrar örnek alınarak analiz yapılır.

d) İdrar ve gübre örneği, 24 saatlik idrar veya gübreden alınmalıdır. Besleme çalışmalarında genellikle bir günlük idrar veya gübrede analiz yerine, 3 günlük toplanan örnekte analiz tercih edilmektedir. Gübre ve idrar ayrı ayrı metabolizma kafesle-

rinde olduğu şekilde toplandığı gibi ayrı ayrı torba ve çipe ta-
kılmak suretiyle de yapılmaktadır (şekil-7).



Şekil-7: Metabolizma donması yapılan hayvanlarda idrar ve
gübre toplama sistemleri (Cumar, 1955).

Kümes kanatlıları gibi idrar ve gübrenin birlikte olduğu
durularda ferdi kafeslerin altına konan bir tablada idrar + güb-
renin toplandığı sağlanmaktadır. Genel olarak örnek günün aynı
saatinde ve özellikle sabah erken saatlerde toplanıp tartılmalı,
ya tümü biriktirilmeli veya karıştırılarak uygun bir teknikle ör-
nek alınmalıdır. Her iki şekilde toplanan örnekte meydana gele-
cek kokuşmaya mani olmak için telden veya 5-8'lik 10 ml NaOH ilâ-
ve edilerek gübrede mikroorganizma faaliyeti, idrarda üretilen
amonyakın oluşması önlenir. Veyahutta hiçbir şey katılmadan -20°C
de 3 gün bekletilmelidir. Saklama şekli, yapılacak analizin özeli-
ğine göre değişir. Özellikle bakteriyolojik araştırmalarda id-
rar buzdolubunda saklanmalıdır. Bu usulde idrarın donmasına
dikkat etmelidir. Donma, mikropların ölmesine ve hücrelerin bo-
zulmasına sebep olur. İyi saklanmayan örnekte bakterilerin üreme-
si sonucu, üre amonyaka parçalanır ve pH değişikliği meydana ge-
ler. İdrar alkalileşince kalsiyum ve magnezyum fosfat tuzları çö-
ker. Örnek glikoz ihtiva ediyorsa bakteriyel üreme daha kolay o-
lacağından ortamdaki şeker yakılır. Uzun zaman buzdolubunda bek-
leyen örnekte ürik asit ve uratın oluşan amorf veya kristal çö-
keltiriler oluşur. Bu ise hücresel elementlerin ortülmesine sebep-

lur. 100 ml idrara katılan 10 damla % 37'lik formol hücresel ele-
manları iyi muhafaza ederse de glikoz ve diğer kimyasal testleri
bozabilir.

Toplanan idrardan örnek alınarak analiz yapılır. Toplanan
gübre veya gübre + idrar ise önce kurutma dolabında kurutulur,
kuru örnek havanda öğütülüp homojen bir karışım elde edildikten
sonra belirli standartlardaki eleklerden geçirilerek yapılacak
analize uygun olarak örnek alınır. Örneğin, Ürik asit analizi
yapılacaksa, 1 g örnek alınıp. 25 ml 68 mM kaynar lityum karbo-
nat ile 2 defa, 25 ml 68 mM oda sıcaklığında lityum karbonat ile
2 defa karıştırıp her safesinde 12 000 d/d'de 10 dakika sentri-
füj edilerek üstteki sıvı 100 ml'lik balon jejede toplanır ve
100 ml'ye lityum karbonat ile tamamlanır. Karıştırılıp alınacak
1 ml'lik örnekte Ürik asit analizi yapılır.

e) Kümes kısıllılarındaan ejakülat örneğinin alınması; burada
çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Son yıllarda daha çok yapılan
uygulamalar;

- a) Emici aygıt kullanılarak
- b) Doğal yolla anüs takılan plastik bir kap yardımıyla
- c) Masaj tekniğiyle

olmaktadır ki bunlar arasında en çok yaygın olanı masaj tekniği-
dir. Masaj, duktus deferenslerde bulunan spermaların dışarı alınma-
sını sağlar. Bu amaçla kuyruk ileride olacak şekilde tutulan hay-
vana (örneğin horozu) boyun bitiminden kuyruğa doğru, avuç içi
ile hafifçe bastırılıp sıvazlanarak birkaç defa masaj yapılır.
Anüs dışı kabarık bir durum alınca baş ve işaret parmakları ara-
sında anüs sıkılır. Akas ejakülat, çapı ve yüksekliği küçük olan
bir kaptan veya 50 ml'lik beherglasta toplanır. Kilde edilen eje-
külatın temis olması için horozların 3-4 saat önceden susuz bı-
rakılmaları gerekir. Böylece ejakülate buluşabilecek üre ve dışı-
kı ülenmiş olur. Alınan ejakülat 24-25^o C lik su banyosunda mu-
hafaza edilmeli, buharlaşmaya engel olmak için kabın ağzı iyice

kapatılmalı, en geç bir saat içinde analiz edilerek hacim ve yoğunluğu (konsantrasyonu) saptanarak, spermatozoaların dölleme gücü yeterli olduğu takdirde tavuklara uygulanmalıdır.

Hayvandan alınan ejakülattaki idrar kristalleri, gübre ve diğer karışımlar bir tel ile temizlenerek ejakülata kansız, gübremsiz ve idrarsız, temiz bir şekilde olması sağlanır ve bir cam baget ile yavaşça homojenize edilir. Eğer ejakulat çok kirli ise temiz bir yerinden pipetle örnek alınarak analiz edilebilir.

Örnek alınma genel olarak bir spatül, pancet, kaşık veya kayıkla kullanılmalıdır. Kullanılacak malzemenin, cam, platin veya başka bir metalden oluşu analizi etkileyeceğinden analizin doğruluğuna göre malzeme tercih edilmelidir.

1.1.2.Çöktürme, süzme ve santrifüj

Her üç işlemde de en az bir maddeyi bulunduğu örnekteki diğer maddelerden ayırmak veya bir karışım veya bir bileşikteki bir iyon veya elementin miktarını saptayıp ortamdaki diğer maddelerden ayırmaktır.

Bir iyonun maddi çökeltilmesi herkeç türde olabilir. Yani bir iyon birkeç reaksiyle çöktürülebilir. Çöktürmede kullanılan reaksiyon ve çöken maddenin özelliklerine göre yonteme uygun olanı seçilmelidir. Örneğin magnezyum tayininde eriyiğe dimonyum hidrojen fosfat ile fazla miktarda amonyak eriyiği ilâve edilerek magnezyum, magnezyum amonyum fosfat ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) halinde çöktürülerek, çökelek çok yüksek ısı uygulandıktan sonra pyrofosfat ($Mg_2P_2O_7$) halinde tartılmakta ve buradan magnezyum miktarı hesaplanmaktadır. Burada uygulanan yüksek sıcaklık magnezyum amonyum fosfat ile birlikte çöken mangan amonyum fosfatın magnezyumdan ayrılmasını sağlamak içindir.

Gravimetrik çöktürme, pH ve konsantrasyonu ayarlandıktan sonra beherglas içerisinde yapılır. Çöktürmenin tam olduğunu sağlamak için sık sık karıştırmalı ve reaksiyondan birkeç damla damlatılarak bulanıklık olup olmadığına bakılmalıdır. Bulanıklık

varsa çökme tamamlanmamış demektir. Reaktiften fazla katıldığından çökelme derecesi arttığından hatalı bir uygulama yapılmış olur. Karışım bir müddet bırakılmalı, sonra tekrar kontrol edilmelidir. Çökme tamamlandıktan sonra bir müddet beklenmesi öğütlenir. Çökeltinin, çöktürme işleminden hemen sonra veya uzun bir bekletmeden sonra süzülmesi doğru değildir. Çökeltiyi süzmeden önce oda sıcaklığına getirilmesi, soğuma sırasında zaman zaman karıştırılması gerekir.

Örneğin Produktif Protein Değeri (PPD) saptamak için analize geçmeden önce analiz vasıtası çöktürme ile sağlanmaktadır. 6 saat aç bırakılan hayvan (örneğin piliç) anafeksi ile öldürülüp, kan ve tüy kaybı olmadan tüm vücut, beher gramı için 2 ml olacak şekilde % 50 lik H_2SO_4 içinde gömülerek bir beherglas içerisinde, üzeri bir saat cam ile kapatılarak $80^{\circ}C$ ye ayarlanmış vasıtalar tertibatı bulunan bir kurutma dolabına konur. Her saat başı $10^{\circ}C$ artırılarak 4 saatte $120^{\circ}C$ ye getirilir. 72 saat bu şartta tutulur. Bu zaman içerisinde dolabin kapağı açılmamalıdır. 72 saatlik hidroliz sonunda beherglas bir gene sigarada bekletilip vücut yağının yüzeyde donup toplanması sağlanır. Bir düdüğü ile yağ tabakası alınıp filtre kağıdından süzülür. Mümkün 2 veya 3 litrelik balonlarda toplanır. Sansız filtrat akıncaya kadar yıkama devam eder. Filtrattan 10 ml örnek alınarak 750 ml.lik Kjeldahl balonuna konup Kjeldahl yöntemiyle nitrojen tayini yapılır.

Ayrılan yağ tabakası gerçekte yağ + filtre artığıdır. 8-12 saat süren bir yağ yakmadan sonra distile edilmiş ve ortamdaki nitrojen saptanmıştır.

Vücut nitrojeni = Filtrattaki nitrojen + filtre artığındaki N.

spitliği vardır. Bulunan değer canlı ağırlıkla çarpılmak suretiyle hayvanın vücut nitrojeni saptanır. Deneme başında alınan örnek hayvanlarda saptanan değer ile, yapılan bir beki denemesi sonucunda alınan örnek hayvanlarda saptanan değer arasındaki fark

deneme süresince vücutta biriken nitrojen miktarını verir.

$$PPD = \frac{\text{Biriken nitrojen, mg}}{\text{Tüketilen nitrojen, mg}} \times 100$$

formülüne uygulanarak üretif protein değeri saptanmaktadır. Tüketilen nitrojen, yem nitrojeni analiz edilerek hayvanın tükettiği yem miktarına göre hesaplanmaktadır.

Deneme boyunca organizmaya eklenen protein miktarı 5.7 ile, toplanan yağ miktarı 9.5 ile çarpılıp toplanarak organizmaya eklenecek enerji bulunabilir.

$$\frac{\text{Deneme boyunca organizmaya eklenen enerji, Cal.}}{\text{Deneme boyunca tüketilen enerji, Cal.}} \times 100 = \text{Enerjiden faydalanma emsali (\%)}$$

bulunabilir.

Çünkü bir analizin bir kademesi olduğu gibi bir analizin kendisi de olmaktadır. Örneğin koagülasyonu önlenmiş kanda korpüsküllerin çökme hızı çeşitli hayvanlarda farklılık gösterir. "Sedimentasyon" olarak isimlendirilen bu analiz sonucunda belirli bir zamanda çöken korpüsküllerin milimetre olarak miktarı, hayvanın gebe olup olmadığını veya vücudunda patolojik bir durumun veya bir enfeksiyon hastalığının olup olmadığını bildirir. Antikoagülant madde katılarak alınmış çeşitli canlılara ait kan, özel pipette (Wester green), belirli bekletilme zamanında çökme miktarları farklı olarak saptanmıştır.

At kanı : 10 dakikada 2-12 mm
20 dakikada 15-38 mm

Köpek kanı : 30 dakikada 1-6 mm
60 dakikada 5-25 mm

Domuz kanı : 30 dakikada 0-6 mm
60 dakikada 1-14 mm

Ruminantlarda : 1 saatte 0-ile pek az olarak bulunmuştur.

Sığır kanında, 7 saatlik bir bekletmede 2.4 mm.lik çökme

saptayan Ferguson bu miktarın 4 mm.ya çıkması halinde sıgırlarda patolojik düzensizliğin olduğuna karar vermiştir. Ancak sedimentasyon/meydana gelen değişiklikler patolojik bir durumu işaret ederse de hastalığın teşhisinde bir ölçü olamaz. Genellikle vücutta iltihabik bir durumun oluşmasında, tüberküloz, akut lösemi, bilhassa eritrosit sayısının azalması sonucu meydana gelen anemide, hipotiroidizm vak'alarında, akut seyreden bütün infeksiyon hastalıklarında ve gebelik durumunda sedimentasyon hızının arttığı saptanmıştır.

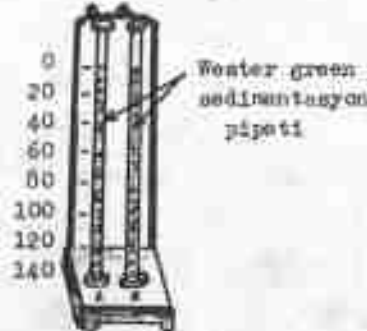
İnsanlarda sedimentasyon hızı;

Erkeklerde, 30-60-120 dakikada : 3-5-12 mm

Kadınlarda, 30-60-120 dakikada : 8-11-18 mm

normal değerler olarak kabul edilmiştir.

Analiz : 2 ml.lik enjektöre 0.4 ml sodyum sitrat konup, 2.0 ml.ye kadar kan çekilir. Sodyum sitrat kan oranı 1/5 olmalıdır. Enjektörde kan hafifce karıştırılıp küçük bir tübe köpürmeden boşaltılır. Tekrar karıştırılıp Westergreen pipetine çekilir (Şekil-8). Pipetin sıfır çizgisine kadar çekilen kan örneğinin

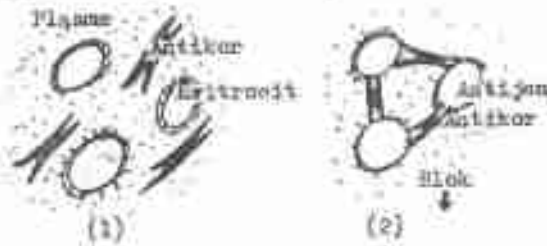


Şekil-8: Westergreen sedimentasyon sehpaası

seviyesi, sehpaaya yerleştirilen pipet üzerindeki taksimattan 30, 60, 120 dakika sonra okunur. Oda ısı 20°C olmalıdır. Düşük ısı sedimentasyon hızının yavaşlamasına, yüksek ısı hızlanmasına neden olur.

Kan hücrelerinin kümeleşip blokajı olması ve çıkması de bir çöktürme işlemidir. Ve buna kanda aglütinasyon denir. Bu

yolla kan grupları tayin edilir. Çünkü kan grubu tayini, bir antijen, antikor birleşmesi esasına dayanır. Kan hücresi olan eritrositin bünyesinde antijen, plazmada antikor bulunur (Şekil-9). Antikorlar antijenlerle birleşip, eritrositleri birbirine bağlayarak blokeje olur ve çöker buna aglutinasyon denir. Antijen yar-

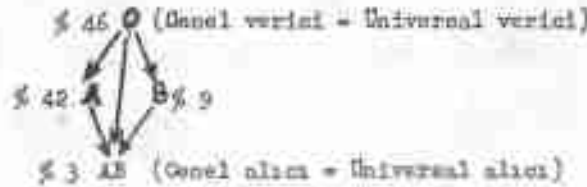


Şekil-9: Kan hücrelerinde aglutinasyonun oluşu.

dımı ile antikoru, antikor yardımı ile antijeni saptamak mümkündür. Eritrositlerde 100 kadar antijen tesbit edilmiştir. Antijen teyakkülü genlerin kontrolü altındadır. Her canlı, fetal hayattan 60 güne kadar değişmeyen bir antijen karmaşasına sahiptir. Sadece aynı yumurta ikizlerinde antijen karmaşası birbirinin aynısıdır. Diğer bütün canlılarda farklı farklıdır. Hücre protoplazmasını içindeki kromozomlar üzerinde antijenik yapıda genler bulunur. Bu genler hücre çekirdeğinden sitoplasmaya geçerler. Eritrositlerde bulunan antijenlere karşı serumda antikorlar vardır. Bu duruma göre kan grupları saptanmıştır. A ve B antijenleri dominant olarak geçerler. Test serumları ile tesbit edilebilen antijenlere fenotip denilir. Örneğin A kan grubu fenotiptir. Bu grup esasen AA ve AO şeklinde bir genotipe sahiptir. Test serumları yardımıyla antijenleri ayrı ayrı tayin edebildiğinden AB grubunun feno ve geno tipleri aynıdır. A fenotipini Anti-A antikoru ile saptandıktan sonra ana ve babanın kan gruplarından birini O ise canlının fenotipininin AO olduğu kolayca söylenebilir. Milli tıpta bu yolla teşhis yapılmaktadır. Kan örnekleri +4°C de 3-4 günden fazla bir zaman saklanmamalıdır.

<u>Kritrositlerdeki antijen</u>	<u>Plazmadaki antikor</u>	<u>Kan grubu</u>
Yok	Anti-A ve Anti-B	O
A	Anti-B	A
B	Anti-A	B
A+B	Yok	AB

Yeni doğan yavruda kan grubu antikorları teşekkül etmemiştir. Ancak 3. ve 6. aylarda teşekkül eder. Kan naklinde ve inlah çalışmalarında kan gruplarının bilinmesi gereklidir. Genel olarak kan verilebilecek gruplar farklıdır.



Yukarıdaki şemaya göre O grubu kan her gruba verilebilir fakat sadece kendi grubundan alabilir. Hiçbir gruptan kan alamaz. A grubu kan sadece kendi grubundan ve O grubundan alabilir, kendi grubuna ve AB'ye kan verebilir. B grubu, kendi kan grubundan ve O grubundan alıp, kendi grubuna ve AB grubuna verebilir. AB grubu ise her gruptan kan alabildiği halde sadece kendi grubuna verebilir. Kan verilen canlıdan 120 gün geçmeden bir başka canlıya vermek için kan alınmaz.

Analiz : Lam yöntemine göre grupların tesbiti, çöktürme işlemidir. Parmak ucu veya kulaktan alınan kapiller kanda ve (% 1.8) sodyum sitrat (1/5 oranında) ile alınamış venöz kanda analiz yapılmaktadır. Önce 4 adet lam alınıp ortasından çam kalemi ile çizilerek ikiye ayrılır. A ve B diye işaretlenir (Şekil-10). 2 damla sitratlı kan her iki karenin ortasına damlatılır. A'nın üzerine 1 damla Anti-A (B grubu) test serumu damlatılır. Çam bageci ile karıştırılıp 1-1.5 cm² genişliğinde yayılır. B karesindeki kana 1 damla Anti-B (A grubu) test serumu damlatılır ve bage-



Şekil-10 :Lam yöntemiyle göre kan gruplarının tesbiti.

tin temiz olan diğer ucu ile yayılır. Lam 5 dakika oda sıcaklığında bekletilir. Hücrelerin kümeleşmesi beklenir. Kümeleşme A karesinde ise kan A grubudur. B karesinde ise kan B grubudur. Her iki karede de kümeleşme varsa AB, her iki karede de kümeleşme yoksa O kan grubudur. Okumalar 10 dakika sonra tekrar kontrol edilir.

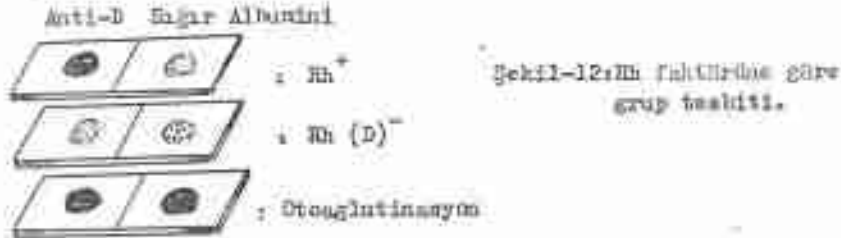
Macacus Rhesus maymunlarının eritrositleri tavşanlara damar yolu ile verilmiş ve bir müddet sonra tavşanların serumunda insan eritrositlerini aglutine eden bir aglutinin meydana geldiği saptanmıştır. Bu aglutine olan eritrositlere sahip insanların kanına Rh⁺, olmayanlara Rh⁻ denmiştir. % 85 Rh⁺, % 15 Rh⁻ olduğu tespit edilmiştir.

Azmiç : 1952 yılından beri bilinen Rh faktörünün tesbiti için, oitrenli kandan veya doğrudan doğruya kapiller kandan, kapiller pipet yardımıyla alınıp lam üzerinde iki tarafa damlatılarak 1 cm çaplı birer daire büyüklüğünde yayılır (Şekil-11). Bir



Şekil-11: Kan grubu tesbitinde kanın lam üzerine yayılması.

damla Anti-Rh (Anti-D) test serumu sol taraftaki kan damlasının üzerine damlatılır. Sağ tarafa % 20-30 sıgır albümininden 1 damla damlatılır. Lam Şekil-11'de görüldüğü gibi yarım çevrilerek



kan ve serum karıştırılır (Şekil-12). Hücrelerin kilisleşmesine dikkat edilir. Aglutinasyon mevcut ise 1-4 dakikada meydana gelir. Karomadan dolayı meydana gelen aglutinasyonla karıştırılmamalıdır. Anti-D de aglutinasyon olup, sığır albümininde olmayan Rh⁺, ikisinde de olmayan Rh⁻ dir.

Kan naklinde alıcı ve verici kan grupları yanında tabii aglutininlerle beraber immün aglutininler de mevcut olduğundan kanlar arasında serolojik uygunluk testi yapmadan kan nakli yapılmamalıdır.

Sığırların kanında az miktarda isoaglutininler (isoantikör) tesbit edilmiştir. Ayrıca sığır kanında J antikorü ihtiva eden eritrositler damardan enjekte edildiğinde aglutinin görülmüştür. Bu sistem yeni doğmuş yavrualarda doğumdan 2 hafta sonra teşekkül etmektedir. Eritrositler J faktörünü serumdan alırlar. Eğer kanında J faktörü varsa plazmadan ve eritrositlerden bulunabilir. Sığırlarda 51 kan grubu faktörü olduğu ve bunların 11 kan grubu sisteminde toplandığı saptanmıştır. Bunlarda kan grubu tesbiti için spesifik antikorü 51 çeşit seruma gereksinim vardır.

Atlarda 10 çeşit antijen ile buna tekabül eden 10 antikor mevcuttur. Atların kan gruplarına ait faktörler A, C, D, E, F, G, H, I, J, K'dır.

Koyunlarda, 6 kan grubu sistemi saptanmıştır.

Tavuklarda, 7 kan grubu sistemi ile çok sayıda kan grubu faktörü bulunmuştur. Test serumlar tavuklardan veya tavşanlardan alınmaktadır.

Katı maddeleri sıvı kısımdan ayırmak için süzme veya sentrifüj işlemleri uygulanır. Süzmede genellikle özel süzgeç kâğıtları, cam pamuğu, süzgeç gibi analizin özelliğine göre seçilen tutucu maddeler kullanılır. Süzgeç kâğıdının büyüklüğü, kalınlığı ve katlama şekli daha doğrusu süzme yüzeyi çökeltilerin miktarına ve özelliğine göre değişir. Fazla miktarda sıvı için kırmalı süzgeç kâğıtları kullanılır (Şekil-13). Filtre kâğıdı koniye sokulmuş oturursa, süzme hazalı olur. Akıcı halde su sütunu hava ile parçalanıp süzme suyu zaman içerisinde tamamlanır. Kırmalı süzgeç kâğıdı daha çabuk süzer. Süzgeç kâğıtları tek, iki veya çok katlı olarak cam bucinin içerisine bir santimetre diğarında kalacak şekilde yerleştirilir.



Şekil-13: Kırmalı süzgeç kâğıtlarının hazırlanışı.

Su trombu veya vakum taburhanı kullanılarak süzme hızlandırılabilir (Şekil-14). Cihaz, su musluğuna takılı bir su trombu, emniyet pipesi ve süzme tertibatından ibarettir. Her selüloz tayininde süzme işlemi aynı sistemde yapılmaktadır. Burada örnekler Buchner bucininin içerisine yerleştirilen aspeitten süzme yapıl-



Şekil-14: Su trombu ile süzme sistemi.

maktadır. Süngü kâğıdında ve aspeste çökelik yıkanacak ise, çökelğin üzerini örtecek kadar sıvı veya su pipet veya pisatle ilâve edilir. Yıkama, sıvı süzülürken sonra tekrar ilâve edilmek suretiyle tamamen temizleninceye kadar devam eder. Az sıvı ile birkaç defa yıkamak daha iyi sonuç vermektedir.

Süzmeye nazaran daha fazla sıvı elde edildiğinden kitleleri sıvıdan ayırmada daha ziyade santrifüj kullanılmaktadır. Genellikle 3000 devirde 15 dakika süren santrifüj normal ayırmalar için yeterlidir. Analizin özelliğine göre dakikadaki devir sayısı (d/d) değişir.

Sıvı içindeki kitlelerin tübün dibinde toplanmasını sağlayan, santrifüj kuvvetidir. Santrifüj kuvvetinin şiddetini, devir sayısı, tübün dibine çöken maddenin ağırlığı, santrifüj cihazının ekseninden tübün dibine geçen olan uzaklık tayin eder. 3000 devirde 3 dakikalık santrifüj idrarda iyi bir ayırma yaptı olduğu gibi hematokrit değerinin septanmasında 18000 devirde 3 dakikalık santrifüj yeterli olmaktadır. Niçin yer çekimi kuvveti olarak santrifüj kuvveti, aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\text{Santrifüj kuvveti, } g = 11.8 \times r \times \left(\frac{n}{100}\right)^2$$

g = nisbi yerçekimi kuvveti

11.8 = bir sabit

r = santrifüj tübünün dibinden eksene olan uzaklık

n = dakikadaki devir sayısı

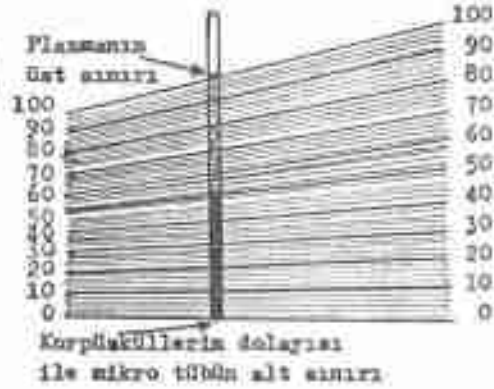
Yarıçapı 24 cm, dakikada 200 devir yapan bir santrifüjün santrifüj kuvveti = $11.8 \times 24 \times 4 = 1132.8$ g yani 1132.8 nisbi yerçekimi kuvvetinde bir kuvvet hasil oluyor demektir.

Bazı durumlarda, erazgin kan cisimciklerinin plazma ile olan oranının tespitinde, eritrosit volümünün tayini, santrifüj yöntemi ile yapılmaktadır. Bu yöntemde, 11 cm uzunluğunda 1.5-2 mm çapındaki özel tüpler kullanılır. Kapiller kanın analize yapılacağı zaman antikoagülan madde geçirilmiş tüpler kullanılır

veya antikoagülant madde ihtiva eden kanda analiz yapılır. Kapiller sisteme göre tüpe alınan kan, iki uçtan 1'er cm boşluk kalmak şekilde tüpün orta kısmına alınıp bir ucu kapama macunu ile veya bek üzerinde yakılmak suretiyle kapatılıp 15-20 dakika masa üzerinde yatay durumda tutulur (Şekil-15). Özel hematokrit santrifüjünde 18000 devirde 3 dakikada plazma ve kan cisimcikleri birbirinden ayrılır. Değerlendirme skalasında (Şekil-16) tüpler değerlendirilir. Skala yok ise tüpler cetvelle tatbik edilerek iki



Şekil-15: Hematokrit mikro tübünün bek üzerinde kapatılışı.



Şekil-16: Bir ucu kapatılan mikro tübün santrifüj edildikten sonra, değerlendirme skalasına yerleştirilişi.

kısmın uzunlukları saptanır ve bir orantı ile değerlendirilir. Örneğin; kılcal borunun kapalı ucundan hücrelerin üst ucuna kadar olan mesafe 3.2 cm, alt uçtan plazmanın üst ucuna kadarki mesafe 5.4 cm ise;

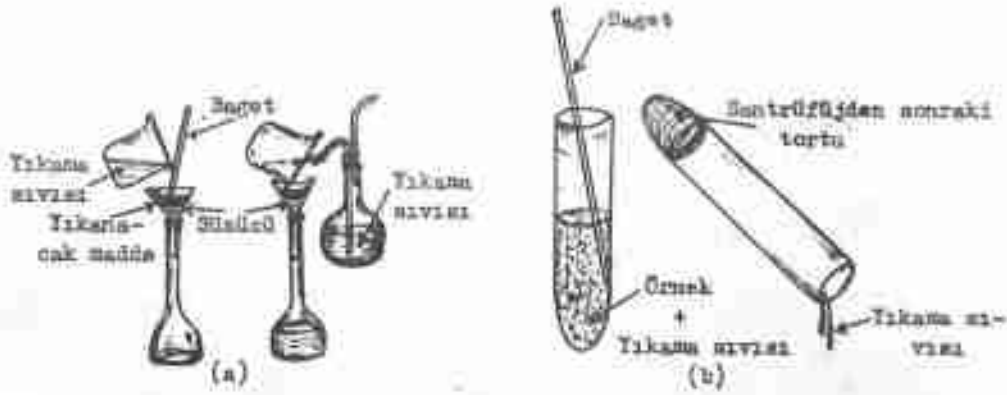
$$\frac{5.4}{3.2} = \frac{100}{x}$$
$$x = \frac{3.2 \times 100}{5.4} = 99.259 \text{ olarak saptanır.}$$

Kanda ortalama hematokrit değerleri (%) aşağıdaki miktarlarda saptanmıştır.

	<u>% Hematokrit</u>		<u>% Hematokrit</u>
At	33.4	Domuz	41.5
İnek	40.0	Tavşan	41.5
Koyun	32.0	Tavuk	32.0
Keçi	34.0	İnsan	44.5

3.1.3. Yıkama:

Katı bir maddenin süzülme suretiyle yıkaması süzgeç kâğıdı veya cam pamuğu veya sapent üzerinden süzülen maddenin azar azar su veya çözüldüğü sıvı ile yıkaması şeklinde olduğu gibi (Şekil-17) santrifüj edilerek de yapılmaktadır. Örneğin, karaciğerde RNA tayininde, 250 mg karaciğer örneği santrifüj tübüne konup 1:20 oranında buzlu damıtık suda cam baget ile iyice karıştırılır.



Şekil-17: Katı bir maddenin, (a) süzülme suretiyle, (b) santrifüj edilerek yıkaması.

rılır. 0°C de buzdolabına buzluğunda 10 dakika bekletilip, santrifüj edilir. Üstteki kısım atılır. Tortu 2 defa soğuk 0.2 N HClO₄ ile yıkanır. Bunun için 5 ml 0.2 N HClO₄ konup cam bagetle karıştırılır ve santrifüj edilir. Süzük, yani üstteki sıvı kısım

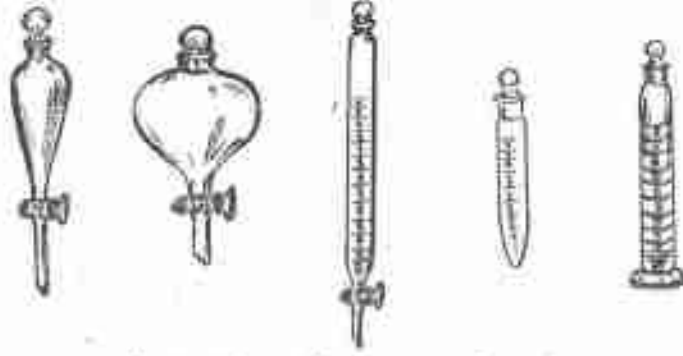
tüp yavaşça eğilerek ötürülür. Tekrar saat ilave edip karıştırılır, santrifüj edilir, üst kısım ötürülür. Sonra tüp ters çevrilip filtreye kâğıdı üzerine dokunularak kalan sıvı atılır. Bu safhaya kadar örnek; istenmeyen kısımlardan yıkanmak suretiyle temizlenmiştir. Çökelek üzerine 4 ml 0.3 N EDH oda sıcaklığında ilave edilir ve 37°C de 1 saat beklemede inkübe edilir. Sonra buhar koda 10 dakika soğutulur. DNA ile proteinleri çöktürmek için 2.5 ml 1.2 N HClO₄ ilave edip 10 dakika bekletilir ve santrifüj edilir. Üstteki kısım 100 ml.lik balona ayrılır. Bu kısım RNA fraksiyonudur. Çökelti 2 defa 5 ml.lik 0.2 N HClO₄ ile yıkanır. Sıvı kısımlar 100 ml.lik balona ilave edilir. 10 ml 0.5 N HClO₄ katılıp bu ile 100 ml.ye tamamlanır. Bu solüsyon 0.1 N HClO₄ içerisinde ribonükleotidleri iktiva eder. Çökelekte ise DNA ile proteinler çöktürülmüştür. RNA miktarı 260 mμ' naki ultraviyole absorpsiyona spektrofotometrede tayin edilir.

Aynı şekilde gübrede ürik asit miktarını saptarken, kurutulup öğütülen homojen gübrede alınacak 1 g örnek 25 ml kaynar lityum karbonat ile (6N mM) 2 defa, 25 ml oda sıcaklığında lityum karbonat ile (6N mM) 2 defa karıştırılıp (1.5 dakika) her safesinde 12000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek yıkanıp üst kısımlar 100 ml.lik balon içerisinde toplanarak lityum karbonat ile tamamlanıp karıştırılır. Alınan 1 ml.lik örnek 10 ml.ye tamamlandıktan sonra 0.1 ml. de ürik asit analizi yapılır.

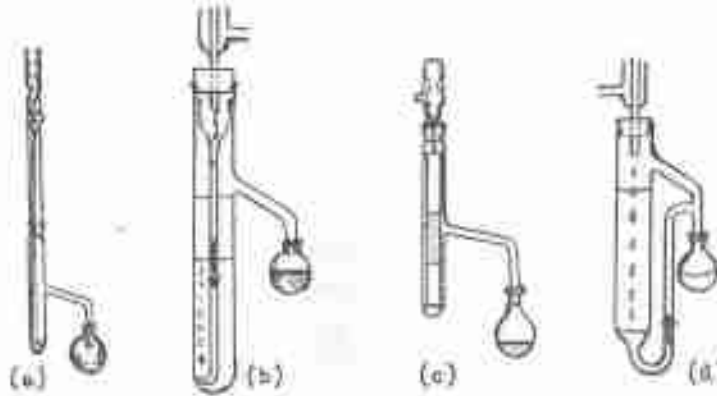
3.1.4. Ayırma

Genel olarak ayırma denince fiziksel ayırma anlaşılır. Bunun için orta kısmı genişçe balon şeklinde huniler kullanılır (Şekil-18). Şekilde görüldüğü gibi hunilerin boyun kısmı usundur ve bir musluk bulunur. Dar olan diğer ucu robaçlı kapak ile kapatılmıştır. Kimyasal yolla gerçek ayırmalar daha ziyade analize edilecek maddeye göre değişen, kimyasal maddelerle reaksiyona girip ayırma istenen maddeleri tutmak suretiyle veya onu yalnız bırakacak şekilde diğer maddelerle birleşip tutmak suretiyle

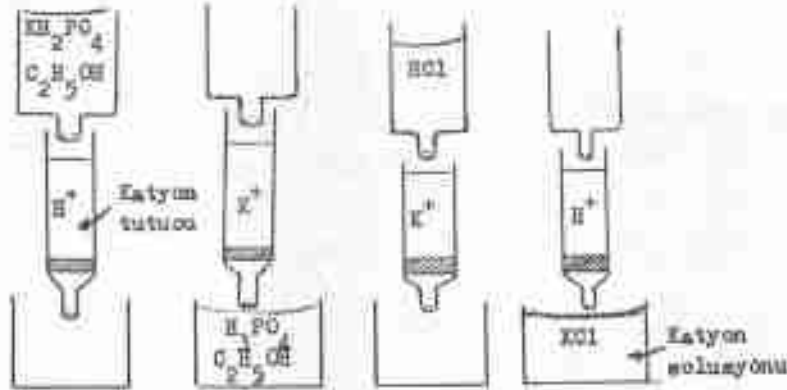
ayırma'dır. Ayırma, tüm analizlerde, analizi yöntemine bağlı olarak değişik bir teknikle yapılır (Şekil-19, 20).



Şekil-18: Çeşitli tiplerde ayırıcılar (Overman et al., 1960).



Şekil-19: Devamlı ayırıcılar; (a) ve (b) eriyikler sudan hafif olduklarında, (c) ve (d) eriyikler sudan ağır olduğunda (Overman et al., 1960).



Şekil-20: Kimyasal yolla (katyon tutucu ile) potasyumu ayrılması (Gunnar, 1955).

3.1.5. Kurutma

Kurutma genel olarak iki kademede olur. Birinci kademede yağ örneklerin suyunu uçurarak normal partilerde kuru hale getirilmesidir ki buna makro kurutma denir. Makro kurutma sistemlerinde yapılır. Normal oda sıcaklığında kurudur. Örneğin, yağ yemin, gübrenin veya kâhın makro sistemde kurutularak öğütülüp kuru örnek haline getirilmesi bu anlamda göre yapılır.

İkinci kademede, makro sistemle kurutulmuş örneklerden belirli miktarlar alınıp sabit ağırlık şartlarına kadar kurutma dolabında kurutulup, ortamın rutubetinden etkilenmeyecek şekilde desikatörde tutulup uygun koşullarda tartılıp su ve kuru madde miktarı şartları yöneticidir ki buna makro sistem denir.

Desikatör içerisinde bulunan ve su ile hidrat teşkil eden veya suyu CaCl_2 , H_2SO_4 , CaSO_4 , fosfor pentoksit, magnezyum perklorat, baryum perklorat, baryum oksit, silika jel gibi su absorbe eden maddelerle rutubet tutulur. Ucuz olugu nedeniyle daha ziyade CaCl_2 (susuz) kullanılır. H_2SO_4 iyi olmasına karşılık kuvvetli yakıcı olması nedeniyle tercih edilmez.

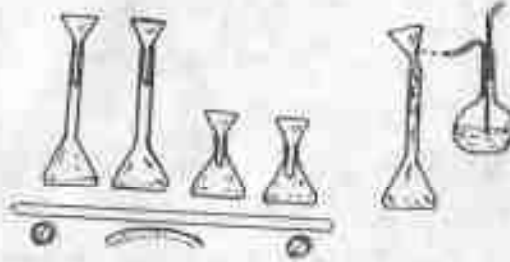
Kurutma dolaplarında, genellikle kurutulan maddenin sıcaklığa hassasiyet derecesine göre ısı ayarlanır ise de $105-110^\circ\text{C}$ de sabit tutulur. Dolaplar termostatik kontrollüdür. Isı oynaklığı $\pm 0.5^\circ\text{C}$ dir. Rutubet ve gazların çıkması için baca veya delikler bulunur. Üzel durumlarda daha ziyade yüksek sıcaklıkta ki kurutmalarda dolap içerisinde vantilatör sistemi vardır. Bu sıcaklığın homojen olmasını sağladığı gibi teşekkül eden gazların dolaba bir an önce terk etmesini sağlar. Ayrıca kurutma ortamında hava yerine H_2 , N_2 , CO_2 v.b. gibi gazların bulunması istendiğinde vakumlu kurutma dolapları kullanılır. Bunlar hava geçir-meyecek şekilde yapılmış, bir boru ile vakum kaynağına bağlanmıştır.

Hangi tipte olursa olsun, tüm kurutma dolaplarında ısı, ayarlandığı maksimum ısıdan daha yükseğe çıkarılmamalı, içerisine fazla miktarda uçucu organik çözeltiler ile patlayıcı maddeler konmamalı; dolabın bacası daima açık tutulmalıdır.

3.1.6. Buharlaştırma

Kurutma ile birlikte incelenebilecek olan bu işlemde esas, çözeltilerin hacmini azaltmak veya kuru hale getirmektir. Genellikle ağır gazlı kaplarla yayıldığı gibi, porselen kapsül, beherglas, erlenmayer, balon, petri kutusu ve bilhassa radyoisotop çalışmalarında kullanılan küçük plaketler, uygun buharlaştırma kaplarıdır.

Buharlaştırma esnasında sıçramalara ve figarıdan yabancı bir maddenin girmesine mani olmak için kabın üzerine saat ocağı kapatılır. Sonra camın bulaşan kısmının yıkınarak kaba alınması gerekir. Böyle durumlarda balon veya erlenmayerde buharlaştırmanın yapılması daha uygun bir tekniktir. Balonun boyun kısmı uzun olduğundan sıçramada bir problem olmaz. Fakat erlenmayerde sıçramaları önlemek için üzerine uygun yükseklikte cam huni konulması iyi sonuç verir (Şekil-21).

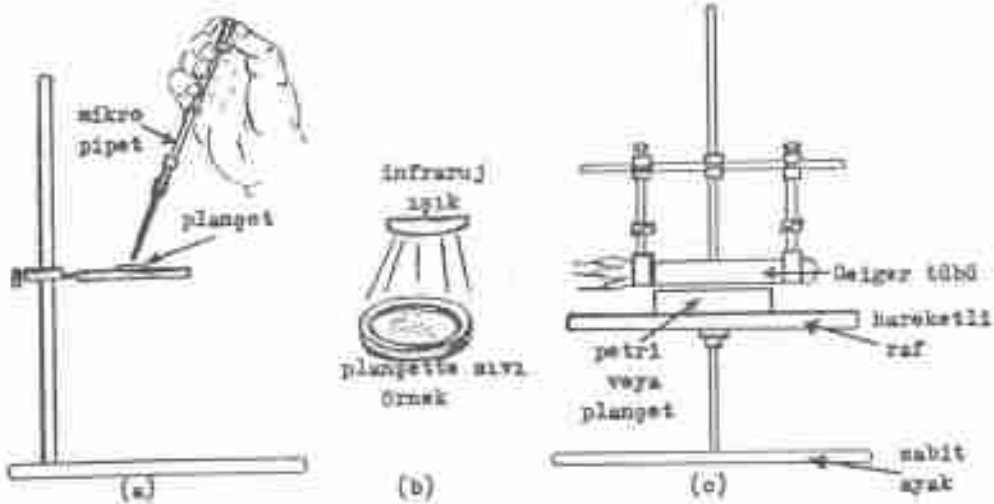


Şekil-21: Balon ve erlenmayerde yapılan buharlaştırma sisteminde uygun hunilerin yerleştirilmesi ve bulaşmanın çözeltiliye dahil edilmek amacıyla yıkılması.

Buharlaştırmada çiftetli sistemlerden kaçınılmalı, sık sık karıştırılmalıdır. Bu amaçla hafif hava gazı bekleri kullanıldığı gibi

en uygun olanları su banyosu ile geniş yüzeyli elektrik ısıtıcıdır (Hot plate). Bunlar daha ziyade yağ yakma işleminde kullanılırlar. Fakat yağ yakma da bir sevi buharlaştırma değildir. Zira, yağ yakmada örnekle beraber suyun eriyik kurumaya yakın bir noktaya kadar buharlaştırılmaktadır (Bk. yakma).

Planketlerde yapılan buharlaştırmada ışığın ısıtma kuvvetinden yararlanılmaktadır. Yağ yakma sonucunda belirli seyreltme faktörü ile seyreltilen örnekten alınan 1 mililitre plankete konup, çeker çok içerisinde infraruj ışığı altında kuruyana kadar bırakılır (Şekil-22). Buharlaşma bittiginde planketlerde Geiger-Müller saygıçlarının dakikada radyoaktivite sayımı (cpm)



Şekil-22: Sıvı örneğin plankete konması (a), infraruj ışık altında buharlaştırılması (b), kuru veya sıvı örneğin GM saygıçında sayım işlemi (Overman ve Clark, 1960).

yapılır. Örnek sıvı ise doğrudan doğruya 1 ml alınarak plankete konup buharlaştırılır. Böyle durumlarda sıvının tamamen homojen ve süspansiyon halinde olması (kan örneğinin; antikoagülant madde katılmış kan, serum veya plazma olması) gerekir.

İnaktif analizlerde buharlaştırma işleminde ısı derecesi önemlidir. Yüksek ısı uygulandığında, örneğin yapısında, analize te-

bir eden bazı değişmeler olabilir. Bu nedenle yöntemde uygulanacak işi bildirilir. Ayrıca laboratuvar şartlarında ısıtma veya kaynatmada direkt olarak alevle temas edilmez. Çünkü alev kabla temas edince kırılma, çatılma veya kaptaki maddenin bileşiminde değişme veya bir kenarı toplanarak istenmeyen bir şekilde kuruma olabilir. Bu gibi nedenlerle alevle kap aralarına asbestli tel leylere konur, veya kılmalı balonları su banyosu içerisinde boğaz kreması mümkün olduğu kadar yatık olmak üzere yerleştirilir. Bu vaziyette balonun boğaz kreması soğuduktan buharlaşma çok daha kısa zamanda olmaktadır.

3.1.7. Yakma

Daha ziyade mineral maddelerin analizleri organik maddelerin yakılmasından sonra elde edilen küle yapılmaktadır. Yakmada iki yöntemden biri tercih edilmelidir:

- 1- Kuru yakma yöntemi
- 2- Yağ yakma yöntemi

Her iki yöntemden birininin tercih edilmesi çeşitli faktörlerin etkisiyle olur. En önemli faktör yakma yönteminin analitik edilecek madde üzerindeki etkisidir. İkinci faktör, elde bulunan ekipman ve kimyasal maddenin durumu; üçüncü faktör, yöntemin uygulanabileceği zaman; dördüncü faktör ise yakmadan sonra yapılacak analiz için gerekli materyalin fiziksel şeklidir.

1- Kuru yakma yöntemi

a) Kurutulmuş ve öğütülmüş 0.5 - 2.0 g örnek porselen kül kabına konup, 1 g örneğe 1 ml sıvı olacak şekilde sülfürik asit + etil alkol karışımı (50 ml konsantre H_2SO_4 , 950 ml % 95 lik etil alkol karışımından) ile ıslatılır. Çeker ocakta fazla alkol yakıldıktan sonra maça ile kül kabının kenarından tutup soğuk haldeki fırına yerleştirilir. Fırının sıcaklığı 2-6 saat içerisinde $500 \pm 50^\circ C$ ye getirilir. Kül gri renkli olursa fırından çı-

karılıp soğumaya bırakılır. Az miktarda saf su ile zelttilip dikkatle 3 N, HCl ten 4 ml (240 ml konsantre HCl 1 lt olacak şekilde saf su ile karıştırılarak hazırlanır) ilave edilir. 10-15 dakika kül kapları hot plate üzerinde tutulur. Sonra saf su ile 100 ml.lik ölçü balonuna kantitatif olarak aktarılır. Saf su ile ölçü balonu çizgisine iblağ edilip çalkalanır. 5-6 saat bekletilerek silisyumun dibeye çökmesi beklenir. Eriyik silisyum hariç tüm mineral maddeleri içerir. Süzmek veya santrifüj edilmek suretiyle silisyum eriyikten tamamen ayrılır.

Elde edilen örnekte Na, K, Ca, Mg ve P tayini yapılır.

Yakma işleminden önce örneğe katılan H_2SO_4 , külün kabın yapışmasına ve bazı elementlerin kaybına mani olur. Etil alkol ile karıştırılması ise sadece H_2SO_4 katıldığı zaman meydana gelen kısmi kömürleşmeleri engeller. Ayrıca H_2SO_4 katılarak kısa bir zamanda fazla eriyik elimine edilmekte ve örneğin fırında alev alarak yanma tehlikesi giderilmektedir.

Örneğe ilave edilen alkol kibrit ile yakılmamalıdır. Ayrıca fırının içerisindeki sıcaklık homojen değil ise kül kaplarının yerleri zaman zaman değiştirilmelidir.

Yakma sırasında kullanılan kimyasal maddeler, örneklerle birlikte "Blank" yapılmalı, yani örnek hariç diğer maddeler konarak hazırlanan kül kapları örnek ihtiva eden esas kaplarla birlikte yakılmalı ve saplanan sonuç, tayini istenen maddenin analizi sonucundan düşürülmelidir.

b) Laboratuvarlarda daha ziyade nitrik asitle yakma yöntemleri uygulandığından teknik aynı olmakla beraber bazı farklılıkların olması nedeni ile kuru yakma yöntemi de izah edilmiştir.

Kurutulup öğütülmüş 0.5-2.0 g örnek porselen kül kabına konarak soğuk haldeki fırına yerleştirilir. Sıcaklık yavaş yavaş $500-550^{\circ}C$ ye yükselttilerek 8-10 saat yakılan örnek gri bir renk alınca fırından çıkarılıp soğutulur. Örnekler 5 N nitrik asitten

(320 ml konsantre HNO_3 litreys saf su ile tamamlanarak hazırlanmıştır) 3 ml ilave edilir ve hot plate üzerinde kurutulur. Sonra $450^{\pm}50^{\circ}\text{C}$ de fırında 1 saat daha tutulur. Fırından çıkarılıp soğutulup saf su ile ıslatılır ve 3 ml konsantre HCl ilave edilir. Hot plate'de kurutularak örneğin silisyumunun dehidratasyonu sağlanır. Bir saat daha bekletilir. 2 N nitrik asitten (128 ml. konsantre HNO_3 bir litreys saf su ile tamamlanarak hazırlanan) 5 ml ilave edilir ve mineral maddelerin asitte iyice erimesi için bir müddet daha hot plate üzerinde bekletilen örnekler sıcak saf su ile kül kabının muhtevası 100 ml.lik ölçü balonuna kantitatif olarak yıkanır. Oda sıcaklığına getirildikten sonra saf su ile ölçü balonu derecesine tamamlanır, karıştırılır ve silisyumun çöbe çökmesi 5-6 saat beklenerek sağlanır. Santrifüj veya süzmek suretiyle analizin özelliğine göre silisyum eriyikten ayrılır.

Nitrik asit kömürleşen parçacıkların kolay yanmasını sağlamak için ortama oksijen verir, HCl ise silisyumu dehidratasyona uğratarak elementlerin silisyumdan ayrılmasını sağlar.

Nitrik asit katılan örnekler hot plate'de kurutulmadan sıcak fırına konurlarsa ani sıçramalarla örnek kaybına neden olur. HNO_3 ilave edilmiş örnekler fırında bir saat bırakıldıktan sonra külün koyu renkli oluşu, örnekteki mangan miktarındanadır.

c) Mikro element tayinlerinde teknik aynı olmakla beraber bazı farklılıkların olması nedeni ile açıklamalarında yarar görülmüştür.

Kurutulup öğütülmüş 2.0 g örnek platin kül kabına konarak soğuk haldeki fırına yerleştirilip fırının sıcaklığı $500^{\pm}50^{\circ}\text{C}$ ye yavaş yavaş yükseltilir. 8-10 saat bekledikten sonra kül gri veya griye yakın bir renk alır. Fırından çıkarılan örnek soğuduktan sonra bidistile su ile ıslatılıp 5 damla konsantre H_2SO_4 ile 5 ml hidroflorik asit (% 48 kısyasca saf) ilave edilir. Hot plate üzerinde kuruyana kadar tutulan örnek, tamamen buharlaştıktan sonra 1 saat 500°C daki fırında tutulur. 2 ml bidistile su ile ıslatılır.

lip 5 damla konsantre H_2SO_4 ve 5 damla hidroflorik asit katılıp hot plate üzerinde su ve hidroflorik asit buharlaşması sağlanır. Fakat tamamen kurutulmalıdır. Sonra 2 N 20 ml HCl (167 ml HCl litreye saf su ile tamamlanarak hazırlanır) ile 10 ml hidistile su ilave edilip hot plate'de 10-15 dakika bırakılıp çökeltinin arıtması sağlanır. Sıcak saf su ile 50 ml'lik pyrex üzü balonuna süzülerek aktarılır. Oda sıcaklığına gelince balon derjesine tamamlanıp, karıştırılır.

Ca, Na, K, Mg, P, Zn, Cu, Mn, Fe, Al ve Mo tayinleri yapılan bu yöntemde kükürt konan H_2SO_4 elementlerdeki kayba mani olmakta, hidroflorik asit ise silikatları eritip diğer elementleri tutmasını önlemektedir.

Not: Hidroflorik asit en zehirli yanık meydana getiren bir asittir, kullanıldıktan sonra bol su ile ellerin yıkanması gereklidir.

KÜLLÜN hot plate üzerinde tamamen kurutulması, bir kısım demir ve alüminyumun erimez hale geçmesine, güç eriyen kalsiyum sülfata süzmesine mani olmak içindir.

Fırında yapılan kuru yakma yöntemi fırın, çeşitli eriyiklerle muamele ile uygulandığı gibi doğrudan doğruya yakılma ile de yapılabilir.

Kuru yakma mümkün olduğu kadar yavaş ve düşük sıcaklıkta yapılmalıdır. Aksi halde bazı elementlerin kaybına yol açmaktadır. $550^{\circ}C$ den yüksek sıcaklıkta K, $600^{\circ}C$ nin üzerindeki sıcaklıkta P kayıpları görülmüştür. Sıcaklığın birden arttırılması fırınların alev alınmasına neden olacağından dikkat edilmelidir.

Kuru yakma bilhassa tok fırın ile çalıştırılarak güç ve zaman alır.

2- Yağ Yakma Yöntemi

Yağ yakmada organik maddelerin yakılması sıvı bir ortam içerisinde olmaktadır ve çoğunlukla nitrik-perklorik asit veya

nitrik-sülfürik-perklorik asit karışımları kullanılmaktadır. Yağ yakmada element kaybı söz konusu değildir. Organik kimyasın parçalanması için yeterli oksijen HNO_3 den temin edilmektedir. Perklorik asit organik bileşiklerin daha basit bileşiklere parçalanmasını sağladığı gibi köpürmeye de mâni olur.

Yağ yakmada ortamın sıcaklığı kullanılan asitlerin kaynama noktasından fazla olmadığından erimez haldeki siliketler meydana gelmez ve bu nedenle elementlerin, özellikle mikro elementlerin tayininde ideal bir yöntemdir. Organik maddeler bu yöntemde kolayca parçalanmaktadır. Ayrıca bilhassa mikro element tayininde, pyrex kapların kullanılması oldukça uygundur.

Yağ yakmada perklorik asidin kullanılmasında bilhassa dikkat edilmelidir. $HClO_4$ oda sıcaklığında kuvvetli bir asit özelliği gösterir. Yağ yakma sırasında sıcaklık etkisiyle suyu kaybedip konsantre hale gelir ve kaynama noktası sabitleşir. Bu nedenle sıcak perklorik asit ile etil alkol, gliserin, eter gibi organik eritgenler ve filtre kâğıtları gibi organik materyal temas ettirilmemelidir.

Yağ yakmada meydana gelen asit buharlarının laboratuvara dağılmasına engel olmak için çeker ocakta çalışılmalıdır. Mikro ve makro Kjeldahl sistemleriyle çalışmak iyi sonuç verdiği gibi, bu sistem için erlenmayerler de uygundur.

Kurutulmuş ve öğütülmüş 0.5-2.0 g örnek 125 ml'lik erlenmayer konup büret yardımı ile her bir gram için 12 ml hesabıyla nitrik-perklorik asit karışımı (1000 ml nitrik asit + 250 ml perklorik asit) ilave edilir. Karıştırılarak örneğin ısıtılması sağlandıktan sonra erlenmayer üzerine küçük bir huni konulup çeker ocak içerisinde 20-30 dakika bırakılır. Su banyosu üzerinde düşük sıcaklıkta en az 3 saat veya bir gece bırakılıp hot plate üzerine nakledilen örnekler sıcaklık $150-200^{\circ}C$ ye yavaş yavaş yükseltilerek ortamdaki HNO_3 in büyük bir kısmı uzaklaştırılıp perklorik asidin beyaz dumanları erlenmayer içerisindeki sülfürik-

tan sonra en az yarım saat duha tutulur. 1 ml kadar eriyik kalınca (ki bu durumda örnek beyaz renktedir) yakmaya son verilir. Oda sıcaklığına gelince saf su ile huni yıkanır, çalkalanır 100 ml. lik ölçü balonuna aktarılıp çingisine saf su ile tamamlanır. Silisyumun fişe çökmesi için 5-6 saat beklenir. Gerekirse süzülür veya santrifüj edilir.

Bu yöntemle bor hariç makro ve mikro elementlerin tayinleri yapılmaktadır.

Erlenmayer üzerine konan huni ile özellikle yakmanın başında nitrik asidin kolayca ortamdan gitmesi önlenmekte, organik maddenin oksitlenmesi düzenli olmaktadır.

Perklorik asidin 1 ml.inin kalması, patlamaya mani olduğu gibi kükürt ve fosforun kaybını da önlemektedir. Yapı yakma sırasında zaman zaman erlenmayer çalkalanmak suretiyle potasyum perkloratın fişe çökmesi önlenmelidir.

a) Yem ve gübre örneklerinde (kuru durumda)

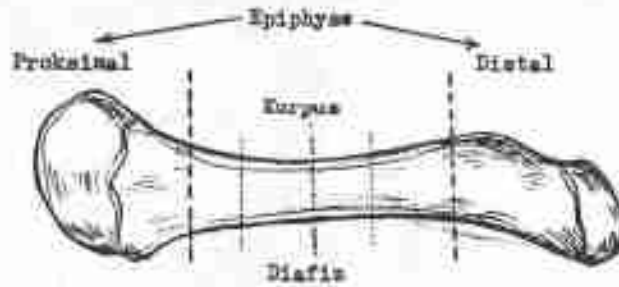
Yem ve gübre, yapılacak analizin özelliğine göre değişmek üzere 60-70°C veya 105°C de kurutma dolabında 24 saat kurutulur. Sıcaklık derecesi seçiminde, yüksek sıcaklıkta örnekte meydana gelecek kimyasal parçalanmalar dikkate alınmalıdır. 0.5 g örnek 100 ml.lik erlenmayer konup nitrik-perklorik asit karışımından (2:1) 15 ml ilave edilip, örneğin iyice ıslanması için karıştırılır. Üzerine küçük huni konarak 20-30 dakika çeker esakte tutulur. Sonra, su banyosu üzerinde düşük ısıda bir gece bırakılır. Hot plate üzerine yerleştirilen örneklerde 150°C-200°C de bir ml alikot kalana kadar yavaş yakılır. Bu arada karıştırmaya ihmal etmemelidir. Alikot 100 ml.lik balona yıkanmadan önce biraz saf su konur. Sonra erlenmayer ve huni yıkanır, solduğun tamamen balon jöjeye geçirilir. 100 ml. ye saf su ile tamamlandıktan sonra bir kaç saat bekletilip, silisyumun fişe çökmesi sağlanır.

Hazırlanan çözeltiden alınan belirli miktarlardaki örnekte tüm mikro ve makro elementlerin analizleri yapılabilir.

b) Et ve kemik örneklerinde (yağ durumunda)

Analizi yapılacak bölgenin eti iyice küçük parçalara ayrıldıktan sonra homojen bir şekilde karıştırılıp, 1 g örnek alınır ve 100 ml.lik erlenmayere konur. Üzerine 20 ml nitrik+perklorik asit (2:1) karışımından ilave edip, yem ve gübre örneklerinde uygulanan yöntem aynen uygulanır.

Kemik analizleri genellikle farklı kemiklerde olduğu gibi aynı kemiğin proksimal, distal ve korpus kısımlarında ayrı ayrı yapılması gerekir (Şekil-23). Kemik küçük ise ilgili kısımlar olduğu gibi alınabilir. Eğer kemik büyük ise kırılıp homojen hale

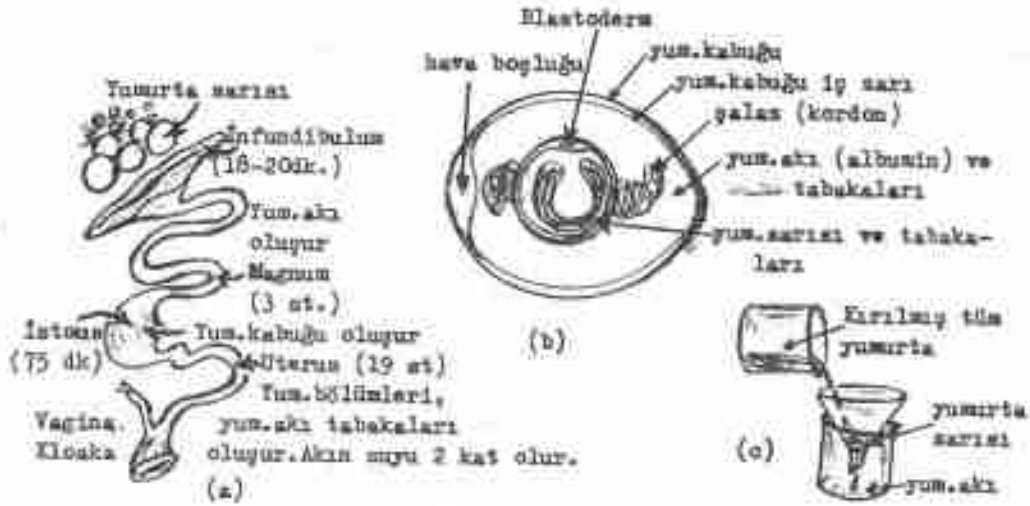


Şekil-23: Uzun kemiklerde örnek alma bölgeleri

getirilip 2 g kadar örnek alınır. 100 ml.lik erlenmayere konup 20 ml nitrik+perklorik asit karışımı (2:1) ile ısıtılıp işleme devam edilir.

c) Yumurta komponentlerinde

Tartılan yumurtalar komponentlerine ayrılıp (Şekil-24) tartıldıktan sonra 105°C de 24 saat kurutma dolabında kurutulup 0.5 g yumurta sarısından, 1.0 g yumurta akından, 0.2 g yumurta kabuğundan alınan örnekler 100 ml.lik erlenmayer içerisinde 15 ml nitrik+perklorik asit karışımı (2:1) ile ısıtılıp işleme devam edilir.



Şekil-24: Yumurtanın gelişimi (a), yumurtanın kısımları (b), iğne yardımı ile komponentlerine ayrılma tekniği (c).

Not: Yaş yakma sonucunda elde edilen çözeltide radyoaktivite sayımları yapılacaksa, yakma işleminden sonra, 50 ml.lik balon jöle içerisine yıkama yapılmalıdır. Sayıçta yapılacak okunmalar kontrol edildikten sonra, eğer okunabilecek durumda yüksek sayım veriyor ise 100 ml. ye seyreltilmelidir.

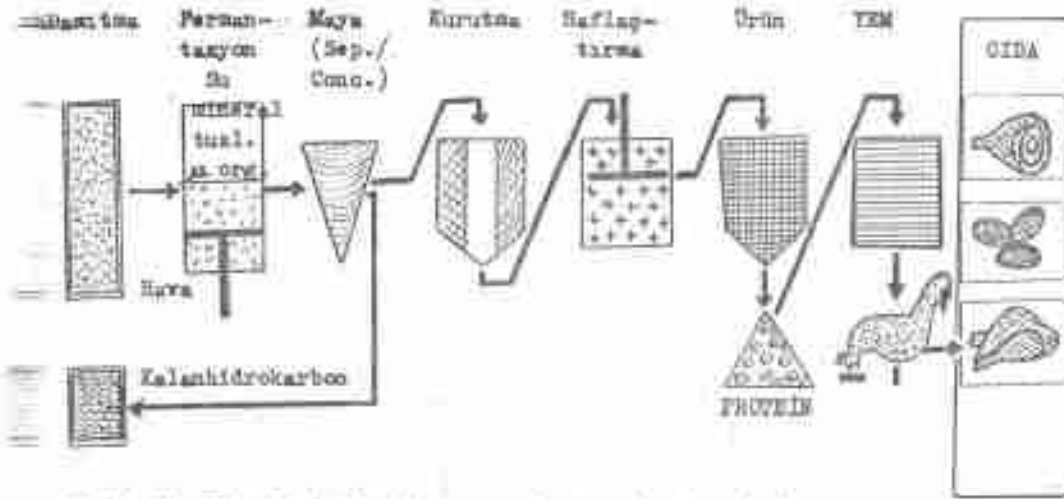
3.1.8 Damıtma

Eriyik veya karışımdaki unsurları buharlaştırmak ve soğutmak suretiyle yapılan bir ayırma işlemidir. Damıtma sonucunda örnekte, eriyik yani distilat ile damıtma artığı olmak üzere iki kısım meydana gelir. Genellikle damıtma, laboratuvarlarda kullanılan saf suya olduğu gibi saflaştırmak için, eriyik içerisinde kaynama dereceleri farklı sıvıları birbirinden ayırmak için veya bir eritgen içerisinde erimiş halde bulunan bir maddayı eritgendenden ayırmak için uygulanır.

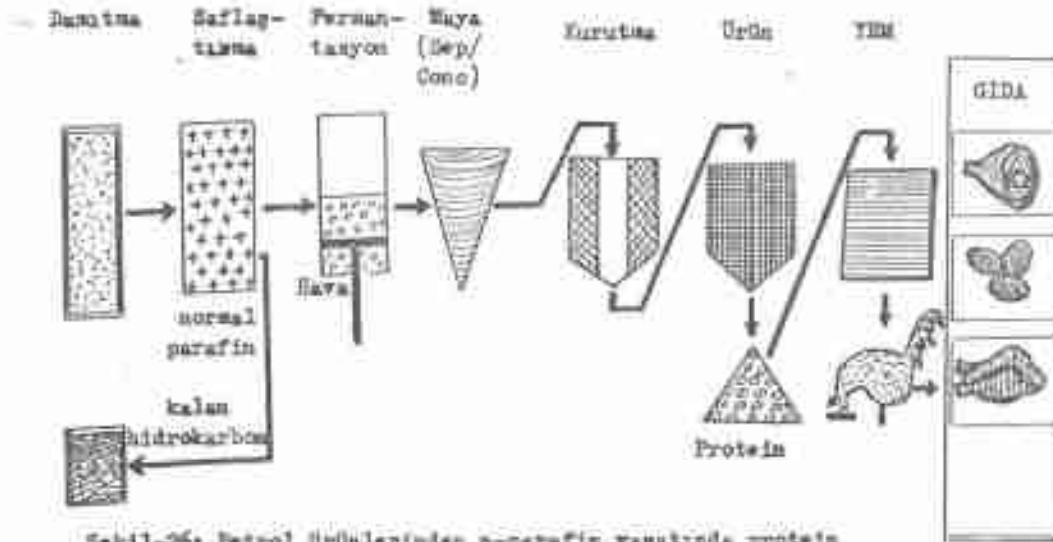
Damıtma buhar basıncı esasına göre yapılır. Sıvının yüzeyinden üstteki boşluğa doğru moleküller yükselip tekrar sıvı yü-

zeyine döner. Yüksekten ayrılan ve yüzeye dönen moleküller arasında (belirli ısıda) eşitlik varsa dinamik denge mevcuttur. Sıvı ile dengede olan buharın basıncına "Buhar basıncı" denir. Buhar basıncı her sıvı için belirli ısılarda sabittir ve ısı ile artar. Hakiki buhar basıncı ile sıvının buhar basıncı arasında denge kurulana kadar sıvı buharlaşır. Sıvının üzerindeki buharın basıncı atmosferin basıncına eşit olunca sıvı kaynamaya başlar.

Saf bir sıvı genel olarak sabit bir ısıda damıtılabilir. Örneğin, saf alkol 78.3°C de, su 100°C de kaynar. Fakat alkol ve su karışımı, örneğin : % 95.57 alkol ile % 4.43 su karışımının kaynama noktası 78.15°C dir. Bu nedenle alkol + su karışımı bu şekilde damıtılamaz. Saf alkol elde etmek için normal bir şekilde damıtılabilmesi, içerisinde belirli oranda benzen katmak suretiyle (young metodu) olabilir. Örneğin % 18.5 alkol + % 7.4 su + % 74.1 benzen karışımı 64.65°C de kaynar ve bu damıtılırsa su gider, alkol + benzen kalır. Damıtıma devam edilirse sonunda saf ve suyu alkol kalır. Tek hücre proteini(Single Cell Protein)elde edilecek bu sistem, daha ziyade petrol endüstrisinde uygulanmaktadır. Burada, petrol elde edildikten sonra kalan materyal Şekil 25 ve 26 da görüldüğü gibi bazı işlemlerden geçmek suretiyle hayvan yemine dönüştürülmektedir. Petrol ürünlerinden birinci derecede damıtma işlemi uygulanan yöntemlerle petrol proteini (Toprina) elde etmek için gazyağı ve saf normal parafin gibi substratlardan yararlanılmaktadır. Yöntemde saf n-parafin tamamen metabolize olmakta, gazyağı ise kısmen metabolize olup işlem geri dönerek kalan yağ ile ürünün kalitesi artırılarak bir saflaştırma safhası teşkil edilmektedir. Kullanılan substratlar-



Şekil-25: Petrol ürünlerinden gasyağı vasatında protein elde edilme tekniği.

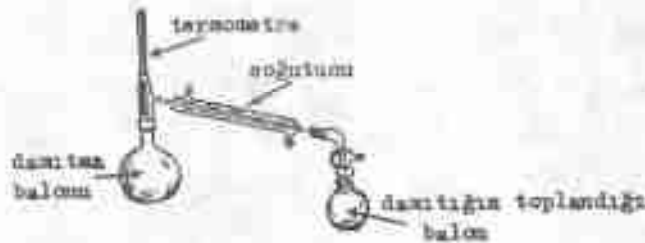


Şekil-26: Petrol ürünlerinden n-parafin vasatında protein elde edilme tekniği.

dan olan saf n-parafin 175-300°C de, gazyağı 300-360°C de damıtılmaktadır. Kararlı ve poliseklik hidrokarbonların kaynama noktası 500°C olduğundan, kullanılan substratlar, arzu edilmeden hidrokarbonlar damıtılmadan önce damıtılarak işlem bitmekte, istenmeyen ürünler sonucu katılmamaktadır. Ana madde en az % 97.5 saflık derecesinde (C₁₀-C₂₃) saf n-parafinin bir parçasıdır. Sıvı materyal, damıtılmadan önce, önce ısı tathiki ile mikroorganizmalardan temizlenen bir sterilize ünitesinin içerisinde geçip fermentasyon bölümüne gitmektedir. Kontrollü oranda hava ve asonyak gazı sterilize eden bir filtrat yolu ile giren materyali sprey kurutucudan geçip, kuru olarak hava tazyiki ile depoya götürülüp kâğıt torbalarda ambalajlanmaktadır.

Gazyağı vasatında uygulanan ikinci yöntemde ise % 10-25 normal parafin (C₁₅-C₃₀) bulunmaktadır. Metoden beyri birincide olduğu gibidir, fakat burada fermentasyondan önce sterilize yoktur ve solvent ekstraksiyonu ürün alındıktan sonradır. Fermentasyon atmosfere açık geçiş kanallarında olur. Hava yüksek oranda kaynatılıp geçirilir. Oksijen temin eder ve gazyağı, mineral madde, asonyak ve su gibi başlangıç materyallerinin iyi karışmasını sağlar. Sonunda harcama çözeltiler tekrar damıtımda kullanılmak üzere geri alınır.

Buait olarak damıtma cihazı (Şekil-27) damıtma balonu, soğutucu, termometre ve damıtığın toplandığı bir balondan veya gi-



Şekil-27: Basit bir damıtma cihazı

göden meydana gelmiştir. Genellikle damıtma balonunun boyun kısmı uzundur. Buraya buharın çıkıp yoğunlaşmasını sağlayan bir kısım, ısı kontrollünde kullanılan bir termometre ve bir soğutucu bağlanır. Termometrenin cıva haznesi yan boru ucundan aşağıda olmalıdır. Balon üçte ikisine kadar damıtılacak sıvı ile doldurulup, yüzeyinin geniş olarak kalmasına dikkat etmelidir. 80°C ye kadarki damıtmalarda su banyosu, daha yüksek derecedeki damıtmalarda sızmalı tel altlık kullanılmalıdır. Kaynamanın uygun sıcaklıkta olması için balona birkaç sünger taşı atılabilir.

Damıtılan maddelerin özelliklerine göre damıtma sistemine değişik parçalar ilave edilerek uygun şartlar sağlanır. Örneğin 80°C nin altında damıtılan sıvılara toplama kabının etrafına buz yerleştirilir. Uçucu sıvı maddeler ihtiva eden durumlarda geriye soğutucu bir sistem takılarak soğuyup sıvı hâle gelen gazın tekrar damıtma çığesine dönməsi sağlanır. Kaynama noktası çok yüksek olan, veya normal kaynama noktasında bileşimi değişen veya bozulan sıvıların, yüksek moleküllü maddelerin damıtılmasında vakum sistemi ilave edilir veya yağ, tolben, nitro benzol, anilin gibi maddelerin damıtılmasında buharlı damıtma, kaynama noktaları birbirine yakın sıvıların ayrıştırılmasında ise fraksiyonel damıtma uygulanır. Ayrıca kurutma yoluyla su miktarının saptanamadığı durumlarda ve nitrojenli maddelerin Kjeldahl yöntemiyle saptanmasında ikinci kademe de basit damıtma teknikleri uygulanmaktadır . . .

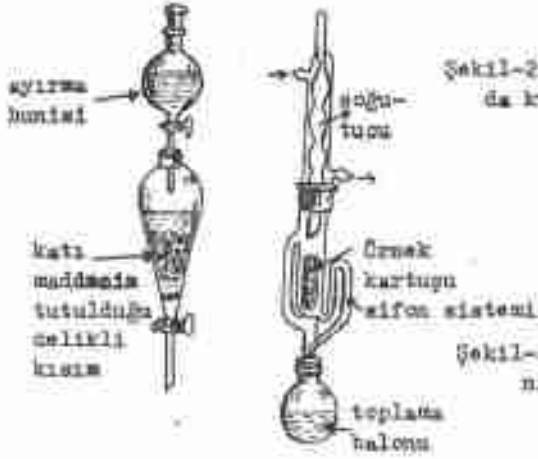
3.1.9. Ekstraksiyon

Bir maddenin iki sıvı fazda dağılmasına denir. Ekstraksiyon organik kimyada kısımların ayrılması ve saflaştırılması amacıyla, inorganik kimyada ise inorganik maddeleri ayırma yöntemidir.

Analizi yapılacak madde suda eriyorsa, eritgen olarak su kullanılır. Katı maddelerde metil alkol, etil alkol ve aseton

eritgen olarak kullanılır. Bu maddeler sulu çözeltilerde kullanılmazlar. Ekstraksiyonda en çok eter, kloroform, karbondioksit, benzen ve toluol kullanılır.

Genellikle dağılım katsayısı yüksek olan maddelerde ayırma hunisi kullanılır (Şekil-28). Dağılım katsayısı yüksek olmayan maddelerde ise sürekli ekstraksiyon için Soxhlet uygun bir yöntemdir (Şekil 29).



Şekil-28: Katı maddelerin ekstraksiyonunda kullanılan basit bir perkloratör.

Şekil-29: Sürekli ekstraksiyonda kullanılan Soxhlet cihazı.

Ayırma hunisinde ekstraksiyonda eritgen ile madde iyice karıştırılıp, iki fazın birbirinden ayrılması için bekletilir. Uçucu eritgenin meydana getirdiği basınç ile kapak açılır ve ikinci tarafa madde geçer. Tekrar eritgen konmak suretiyle işlem sonuçlanana kadar tekrarlanır.

Katı maddelerin ekstraksiyonu, içerisinde eritgen geçirmek suretiyle yapılır. Çeşitli tipleri vardır. Basit olarak, katı faz eritgen ile karıştırılıp bekletilir ve süzülür. Vayahatta katı madde üzerinden geçen çözücü madde içerisinde geçip altına toplanır.

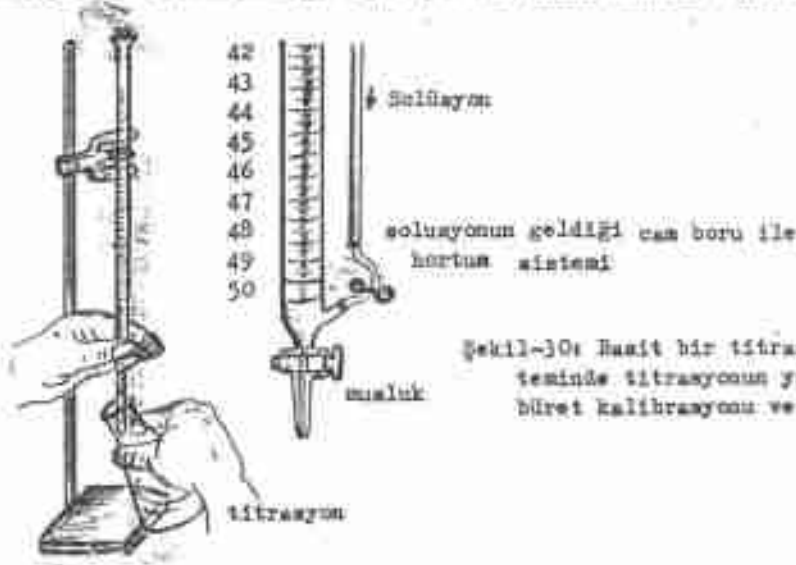
Sürekli ekstraksiyonda ekstrakte edilecek katı madde devamlı olarak eritgen ile bir müddet temas halindedir. Şekil 29 da görülen ve yağ tayininde kullanılan Soxhlet cihazı bu amaç

için yapılan uygun bir sistemdir. Cihaz; yağın toplanacağı balon, yandan sifon tertibatlı örnek kartuşunun bulunduğu özel ekstraksiyon tübü ve bir soğutucu ile ibarettir.

3.2. TİTRİMETRİK ANALİZLER

Titrimetrik analizlerde, aranan madde nin bulunduğu eriyik, konsantrasyonu kesinlikle bilinen uygun bir çözeltili ile muamele edilir. Konsantrasyonu bilinen çözeltilinin aranan madde ile veya ekivalan miktarındaki diğer bir madde ile reaksiyona giren miktarını ölçme işlemine titrasyon denir. Konsantrasyonu kesin olarak bilinen eriyiğe standart eriyik denir.

Titrimetrik analizler basit cihazlarla yapılır (Şekil 30). Standart eriyikler büret yardımı ile eriyiğe ilave edilir ve reaksiyonun tamamlandığı noktaya ekivalans nokta denir. Titras-



Şekil-30: Basit bir titrasyon sisteminde titrasyonun yapılacağı ile büret kalibrasyonu ve sıslığı.

yonun tamamlandığı, genellikle potasyum permanganat gibi standart eriyik veya uygun bir kimyasal madde ilavesiyle meydana gelen renk değişikliğinden anlaşılır. Pratikte titrasyonun son noktası, (teorik nokta ile görülen nokta farklı olduğundan) hatalı olarak bulunur. Titrasyon hatası olarak kabul edilen bu noktaya mümkün olduğu kadar küçük olması istenir.

Titrimetrik analizlerde aranan maddede standart eriyik ile tamamen reaksiyona girmeli ve reaksiyon basit bir kimyasal denklemle ifade edilebilmelidir.

Reaksiyon hızlı olmalı, ekivalant noktada eriyiğin fiziksel ve kimyasal özelliğinde açıkça görülebilecek derecede değişme olmalı, reaksiyonun son noktası bir renk değişikliği ile belirlenebilmelidir.

Titrimetrik analizlerde üç kademede reaksiyonlar cereyan eder.

1. Nötrleştirme (Nötralizasyon) reaksiyonları,
2. Çöktürme (Presipitasyon) reaksiyonları,
3. Oksidasyon-Redüksiyon reaksiyonları.

1- Nötrleştirme reaksiyonları : Asit ve bazların nötrleştirilmesidir. Reaksiyonun bu bölümünde meydana gelen H^+ ve OH^- iyonları birleşerek H_2O teşkil edilir.

2- Çöktürme reaksiyonları : H^+ ve OH^- iyonlarından başka diğer iyonların birleşip çökmesidir. Burada ya basit bir çökelek veya kompleks bir iyon meydana gelmektedir.

3- Oksidasyon-Redüksiyon reaksiyonları : Bu iki reaksiyon peş peşe cereyan eder. Birbirinin tamamlayıcısı, birbirinin devamıdır. Burada biri elektron kaybeder ve oksitlenir, diğeri ise elektron kazanır ve redükte olur. Potasyum permanganat, mangan sülfat, iyod, potasyum iyodür gibi standart eriyikler oksitleyici; demir, kalay birleşikleri, sodyum tiosülfat redükte edici maddelerdir. İyot bileşikleri hem oksitlenme, hem de indirgeme özelliklerine sahiptirler. İyot oksitleyici maddeler karşısında indirgeniş tuz teşkil eder. İndirgeyici maddeler karşısında da oksitlenip serbest hale geçer. Serbest iyot suda az eridiği halde iyodür ile kompleks oluşturup çok miktarda eriyebilir. Örneğin potasyum iyodür (KI) bir kompleks oluşturup çözülmüş olarak kalır. Ayrıca, serbest iyod, sodyum tiosülfat

ile titre edilerek iyodun nispetinde çözeltisi ile verdiği mavi renk kaybolduğunda ortamda iyodun bulunmadığı anlaşılır. Bu reaksiyon 0,001 N tiosülfat çözeltisi ile titrasyonda aynı kesinlidir.

Laboratuvarında kullanılan tüm standart çözeltilerin aynı olması için ayarlanmaları gerekir. "Ayarlı çözeltiler" de denilen bu çözeltilerin ayarlanması titrasyonla yapılır. Asit, alkali veya nötr ortamda renklerini değiştiren maddeler, bilinmeyen çözeltinin titrasyonu için kullanılan ayarlı çözeltinin volumünü tayin eder. Böyle maddelere indikatör denir. İndikatörler organik boya maddeleri olup ortamın pH'ini gösteren renk verirler.

Analiz : Büret süzgeci olarak, taksimatlı kısımüne gelmek üzere yapılandırılır. Küçük bir huni yardımı ile bürete standart çözelti doldurulup, alttaki musluk açılarak uçta kalan hava kabarcıkları çıkarılır. Standart çözelti ile iyice doldurulmuş huni alınır. Büretin üzerindeki taksimatın sıfır çizgisine gelene dek çözelti musluktan akıtılır. 20-30 saniye beklenerek sıfır çizgisinde değişiklik olup olmadığına bakılır, varsa tekrar ayarlanır.

Bilinmeyen çözeltinin belirli miktarı bir erlenmeye konup kullanılacak indikatörden 2-4 damla damlatılır. Büretin alt musluğu açılarak çözelti montajın tamamlandığında yavaş yavaş damlatılır. Her damla damladıktan sonra erlenmeye büret altından çok ilmekle bilek hareketi ile devamlı olarak sallanıp karıştırılır.

Titrasyon hızlı yapılıyorsa, renk değişikliği derhal görülebilir. Renk değişimi tamamlandıktan sonra titrasyon devam edilir. Renk değiştirme tam olunca musluk kapatılır ve harcanan çözelti miktarı büretin taksimatından okunur.

3.2.1. Çözeltilerin hazırlanması:

Esan, bir maddenin diğer bir madde içerisinde serbest moleküller veya iyonlar halinde dağılıp dağılıp homojen bir karışım meydana getirmesidir. Çözeltiler, çözünen maddenin miktarına göre; seyreltik, doymuş, ayarlı (standart) çözeltiler olarak isimlendirilirler.

a) Seyreltik çözeltiler; az miktarda çözünen maddenin fazla çözücü madde içerisinde homojen bir dağılımla meydana getirdiği çözeltidir.

b) Doymuş çözeltiler; çözünen maddenin çözücü içerisinde daha fazla çözünmeyeceği çözeltilerdir. Çözücü içerisinde çözünen madde kristal birer. Doymuş çözeltilerdeki konsantrasyona o maddenin çözünebilirlik kabiliyeti denir. İyice parçalanmış katı madde istenen volüme biraz fazla bir çözücü içerisinde bir müddet çalkalanır. 25 saat ara sıra çalkalanmak suretiyle oda sıcaklığında bekletilip, süzülür. Çözünebilirlik kabiliyeti üzerine isminin büyük ölçüde etkisi olduğundan kimyasal maddelerin çözünebilirlik kabiliyetleri, 1M derajeleri ile beraber bildirilmektedir. Oda sıcaklığında doymuş bir çözeltili tutulduğunda seyreltik çözeltili oluşabilmektedir. Miktik az miktarda eritilemeyen bir kaç çözeltiler, kimyasal bakımından zararlı olmayacak şekilde kullanılabilir suretiyle eritilirler. Az miktarda su gibi bir baherleşen içerisinde kaynamaya kadar ısıtılıp, azar azar katı madde ilave edilir. Erimeyen kalan ilk madde toz küll ettiğii az bir miktar su katılır ve tekrar, azar azar madde ilave edilir. Bu işleme istenen volüme biraz geçinceye kadar devam edilir. Erimeyen kalan madde süzülerek alınır. Alınan eriyik aşırı doymuş çözeltidir. Doymuş çözeltilerde konsantrasyon sabittir.

c) Ayarlı (standart) çözeltiler; konsantrasyonu kesin olarak bilinen çözeltilerdir. Çoğu kez sabit değildirler. Daima sabit standart çözeltiler ile titre edilerek gerçek konsantrasyonlarının tayinleri gerekir.

Her analizin sonucu; kullanılan malzemenin tenisliği ile kullanılan çözeltilerin hassasiyet derecesine bağlı olarak değişir. Yöntem ne kadar isabetli seçilmiş olursa olsun, eğer malzeme bulamış ise, eğer çözeltiler dikkatle hazırlanmış ise doğru sonuç elde edilemez. Hele kantitatif bir değerlendirme yapılacaksa, mutlaka çözeltilerin çok dikkatle hazırlanması gereklidir.

Çözeltilerin hazırlanmasında en önemli nokta çözeltisi yapılacak maddeden alınacak miktarın tesbitidir. Kullanılacak madde miktarının tesbitinde, önce ne tip çözelti yapılacağı kesin olarak bilinmelidir.

Çözeltiler:

- a- Normal çözeltiler,
- b- Yüzdeler çözeltiler,
- c- ppm (milyonda bir kısım) çözeltiler,
- d- Molar, Osmolar çözeltiler,
- e- Tampon çözeltiler.
- a- Normal çözeltiler :

Volumetrik analizlerde kantitatif değerlendirmelerde en çok kullanılan çözeltilerdir. Maddenin ekivalan gramına eritilip litreye tamamlanarak yapılan çözelti esasına dayanır ki, böyle çözeltiye 1 Normal çözelti (N) denir.

Ekivalan ağırlık; ekivalan gram olarak da ifade edilir. Bir maddenin reaksiyon içerisinde 1 atom gram hidrojen veya 1/2 atom gram oksijene veya bir değerlikli iyonların bir atom gramına eşdeğer olan gram ağırlığıdır. Tek elementlerde atom ağırlığının birleşme değerine bölünmesiyle bulunur. Örneğin, kalsiyum (Ca) atom ağırlığı= 40.08 g, hidrojen ekivalansı yani birleşme değeri= 1/2, ekivalan ağırlığı= 20.04 g. dir (Cetvel 1). Bileşiklerde, kompleks iyonların formül ekivalan ağırlıklarını birleşme değerine bölmekle bulunur. Örneğin $CaCO_3$ in atom ağırlığı, 100.08 g, hidrojen ekivalansı 1/2, ekivalan ağırlığı 50.04 g dir.

Veya $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (6 Kristal su ihtiva eden) atom ağırlığı 219.09, hidrojen ekivalansı 1/2, ekivalan ağırlığı 109.54 g dir.

$$\begin{array}{rcl} \text{Ca} & (40.08) & = 40.080 \\ \text{Cl}_2 & (35.46 \times 2) & = 70.920 \\ 6\text{H}_2 & (1.008 \times 12) & = 12.096 \\ 6\text{O} & (16.000 \times 6) & = \underline{96.000} \\ & & 219.096 \text{ g.} \end{array}$$

sa) Asitlerde :

Asitlerde ekivalan ağırlık, molekül ağırlığının büyüklüğünde bulunan yer değiştirebilen H^+ sayısına bölünmesiyle bulunur. Örneğin, HCl molekülünde 1 H^+ olduğundan ekivalan ağırlığı 1 mol-gramdır. Yani;

$$\begin{array}{rcl} \text{H} & = & 1.008 \\ \text{Cl} & = & \underline{35.460} \end{array}$$

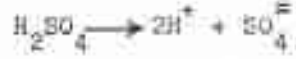
36.468 g. saf HCl, 1 litreye tamamlanınca 1 N HCl elde edilmiş olur. Örneğin, asetik asitte (CH_3COOH) 4 adet H atomu bulunur. Fakat reaksiyonda hareket halinde olan H bir tane olduğundan, molekül ağırlığı yer değiştirebilen hidrojen atomu sayısına bölünmüş olduğundan, bir değerli bir asit olduğu görülür. 1 mol-gramı ekivalan gramdır.



$$\begin{array}{rcl} \text{C} & (12.010 \times 2) & = 24.020 \\ \text{H} & (1.008 \times 4) & = 4.032 \\ \text{O} & (16.000 \times 2) & = \underline{32.000} \end{array}$$

$$60.052 \text{ g.} : 1 = 60.052 \text{ g.}$$

saf asetik asit 1 lt. ye tamamlanarak 1 N CH_3COOH elde edilir. Sülfürik asitte (H_2SO_4) ekivalan ağırlık, dibazik asit olduğundan mol-gram ağırlığının yarısıdır.



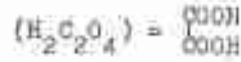
$$\text{H} (1.008 \times 2) = 2.016$$

$$\text{S} (32.060) = 32.060$$

$$\text{O} (16.000 \times 4) = \underline{64.000}$$

$$98.076 : 2 = 49.038 \text{ g.}$$

İki değerlikte olan oksalik asit $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($\begin{smallmatrix} \text{COOH} \\ \text{COOH} \end{smallmatrix}$) hidrojen ekivalanı 1/2 dir. 1 N çözelti yapmak için molekül ağırlığının yarısı alınıp litreye tamamlanır.



$$\text{H} (1.008 \times 2) = 2.016$$

$$\text{C} (12.010 \times 2) = 24.020$$

$$\text{O} (16.000 \times 4) = \underline{64.000}$$

$$90.036 : 2 = 45.018 \text{ g.}$$

Önemle bilinmesi gereken nokta ekivalan ağırlığın reaksiyon meydana gelirken sonra tayin edilebileceğidir. Yani ancak reaksiyonda ortaya çıkan hidrojen ve oksijen süz konusudur.

en) Bazlarda :

Bazlarda ekivalan gram ağırlığı yer değiştirebilen hidroksil iyonu (OH^-) sayısını ile hesaplanır. Örneğin, NaOH, KOH gibi bazlarda molekül gram ağırlık, ekivalan ağırlığı verir.

$$\text{NaOH} : \text{Na} = 23.000$$

$$\text{KOH} : \text{K} = 39.100$$

$$\text{O} = 16.000$$

$$\text{O} = 16.000$$

$$\text{H} = 1.008$$

$$\text{H} = 1.008$$

$$\underline{40.008 \text{ g.}}$$

$$\underline{56.108 \text{ g.}}$$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ gibi iki tane yer değiştirebilen OH^- iyonu taşıyan bazlarda ekivalan ağırlık, molekül ağırlığının yarısına eşittir. OH^- iyonunun mol. ağırlığı 17.008 g. olduğundan ayrı ayrı hesaplamaya gerek yoktur.

$$\begin{array}{rcl} \text{Ca(OH)}_2: \text{Ca} & (40.080) & = 40.080 \\ & \text{OH} & (17.008 \times 2) = 34.016 \\ & & \hline & & 74.096:2= 37.048 \text{ g.} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Ba(OH)}_2: \text{Ba} & (137.36) & = 137.360 \\ & \text{OH} & (17.008 \times 2) = 34.016 \\ & & \hline & & 171.376:2= 85.688 \text{ g.} \end{array}$$

Hidroksil ihtiva etmeyen baklarla örneğin, CO_3^{2-} ve S^{2-} de ekivalan ağırlık; molekül ağırlığı, reaksiyona girdiği veya aldığı H^+ sayısına bölünerek bulunur.



Burada 2 hidrojenle reaksiyona girdiğinden molekül ağırlığı 2 ye bölünerek ekivalan ağırlık tesbit edilir.

$$\begin{array}{rcl} \text{C} & (12.010) & = 12.010 \\ \text{O} & (16.000 \times 3) & = 48.000 \\ & & \hline & & 60.010:2= 30.005 \end{array}$$

ac) İndirgen veya yükseltgen maddelerde:

Bir yükseltgenin normal çözeltisi, 1 g. H atomu veya eş-değer maddeyi yükseltmeyen madde ihtiva eder. Etkime değeri verdiği değerlik sayısıdır. Örneğin, KMnO_4 asit ortamda $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ ye dönüşte ve + 5 değer kaybetmektedir. Bu nedenle asit ortamda kullanılacak potasyum permanganatını:

$$\begin{array}{rcl} \text{Etkime değeri} & = & 5 \\ \text{Mol. gram} & = & 158.04 \text{ g.} \\ \text{Ekivalan değeri} & = & 158.04 : 5 = 31.61 \text{ g. dir.} \end{array}$$

KMnO_4 , nötr veya alkali ortamda organik maddelere yükseltgen olarak etki ederse $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$ = indirgenerek +3 değer kaybeder ve;

$$\begin{array}{rcl} \text{Etkime değeri} & = & 3 \\ \text{Ekivalan değeri} & = & 158.04 : 3 = 52.66 \text{ g. olur.} \end{array}$$

Normalitesi bilinen bir eriyikten yüksek konsantrasyonda diğer bir eriyik hazırlamak için aşağıdaki eşitlikten faydalanılır.

$$N_1 \times M_1 = N_2 \times M_2$$

$$\begin{array}{l} \text{Bilinenein} \times \text{Miktarı} = \text{Bilinmeyenin} \times \text{Miktarı} \\ \text{Normalitesi} \quad (\text{ml}) \quad \quad \quad \text{Normalitesi} \quad (\text{ml}) \end{array}$$

Örneğin, N çözeltiden 0.1 N 500 ml. çözelti gerekli ise:

$$\begin{aligned} 1 \times M_1 &= 0.1 \times 500 \\ M_1 &= (0.1 \times 500) \div 1 \\ M_1 &= 50 \text{ ml.} \end{aligned}$$

1 N çözeltiden 50 ml. alıp 500 ml.lik balonda çözüne kadar seyreltilirse 0.1 N 500 ml çözelti elde edilmiş olur.

b- Yüzdelerde çözeltiler :

100 ml. içerisindeki madde miktarı değişen çözeltilerdir. Çözünen madde gravimetrik olarak tayin edilmişse % g (W/V) olarak ifade edilir. Genelde bu çözeltiler katı maddeden yapılır ve yüzde olarak ifade edilirler. Çözünce olarak su, alkol ve eter gibi maddeler kullanılır. Herhangi bir kayıt olmayan çözünmeden bahsedildiğinde su ile çözüneceği düşünülmür. Örneğin: % 10 sodyum volframat çözeltisi hazırlamak için 10 g. $\text{Na}_2\text{W}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mada eritilip 100 ml. ye saf su ile tamamlanarak hazırlanır.

Yüzdelerde çözeltisi hazırlanacak madde sıvı ise % ml. (V/V) olarak ifade edilir.

Örneğin HCl, ticaretle % 37 liktir. % 10 HCl isteniyorsa % 3.7 g. HCl kapsayan çözelti demektir.

1 ml. HCl içerisinde ne kadar gram HCl olduğunu bulmak gerekir. % 37 HCl in özgül ağırlığı : 1.19 olduğuna göre, 1 ml. içinde $(1.19 \times 0.37 =)$ 0.4403 g HCl vardır. 10 g. HCl için kaç ml. % 37 lik HCl çözeltisi gerektiği hesaplanır.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ ml.} \quad 0.4403 \text{ g.} \\ \hline x \quad 10 \text{ g.} \end{array}$$

$$x = \frac{10}{0.4403} = 22.711787 \text{ ml.}$$

% 10 luk H_2SO_4 hazırlamak için 10 ml. H_2SO_4 yerins yoğunluğu 1.84 olan % 98 saf H_2SO_4 den 10 g. alınır. Veya $(1.84 \times 0.98 =)$ 1.8032 g. H_2SO_4 , 1 ml. de bulunduğuna göre;

$$\begin{array}{r} 1 \text{ ml.} \quad 1.8032 \text{ g} \\ \hline x \quad 10 \end{array}$$

$$x = \frac{10}{1.8032} = 5.5457 \text{ ml.} \text{ alınıp } 100 \text{ ml. ye}$$

seyreltilerek hazırlanır. Eğer, gram olarak alınacak ise son hacmin 100 g. olacak şekilde seyreltilmesi gerekir.

ba) Yüzdde çözeltiden Normal bir çözelti hazırlamak için;
Örneğin, % 37 HCl çözeltisinden 2000 ml. 3N HCl hazırlamak için;

$$1.19 \times 0.37 \times 1000 = 440 \text{ g HCl litrede}$$

$$440 : 36.5 = 12.08 \text{ N HCl}$$

1.19= HCl'in yoğunluğu

36.5= HCl in ekvivalent ağırlığı, g.

$$(\text{Bilinen})N_1 \times M_1 = N_2 \times M_2 \quad (\text{istenen})$$

$$3N \times 2000 = 12.08 \text{ N} \times M_2$$

$$M_2 = \frac{3 \times 2000}{12.08}$$

$$M_2 = 496.69 \text{ ml.}$$

% 37 lik HCl den 497 ml. alıp 2 litreye seyreltilirse, 3N HCl çözeltisi elde edilmiş olur.

bb) Normal çözeltiden yüzdde çözelti hazırlamak:

3N HCl çözeltisinden 2 litre % 5 HCl hazırlamak için,

% HCl çözeltisi: 100 ml. de 5 ml.

1000 ml. de 50 ml. HCl ihtiva eder.

$50/36.5 = 1.37$ hazırlanmak istenen HCl

için normalite değeri.

$$(Bilinen) N_1 \times M_1 = N_2 \times M_2 \text{ (istenen)}$$

$$3N \times M_1 = 1,37 \times 2000$$

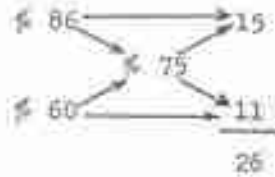
$$M_1 = \frac{1,37 \times 2000}{3}$$

$$M_1 = 913,3 \text{ ml}$$

913 ml. 3N HCl alıp 2 litreye seyreltilirse % 5 HCl çözeltisi elde edilmiş olur.

bc) Yüksek konsantrasyonda çözeltiden düşük konsantrasyonda çözelti hazırlanması:

Dikkat edilecek nokta; volümler, çözeltiler karıştırıldıktan önceki volümlerinin toplamı kadar olmalıdır. Örneğin, % 86 lik bir çözelti, % 60 lik bir çözelti ile karıştırılarak %75 lik bir çözelti elde etmek için ;



15 kısım % 86 lik çözeltiden, 11 kısım % 60 lik çözeltiden alınıp karıştırılır (15+11 = 26 kısım) 26 kısım % 75 lik çözelti hazırlanmış olur.

C- ppm (Milyonda bir kısım) çözeltiler :

Bu (part per million = ppm) çözeltiler bir milyon kısım eritgen içerisinde eriyen bir kısım madde miktarını gösterir. 10 mg potasyum bir litrede eritilirse bunun konsantrasyonu 10 ppm dir. 50 ppm lik fosfor erişiğinin 100 ml.inde bulunan fosfor miktarı hesaplanabilir.

$$1000 \text{ ml de } 50 \text{ mg} = 50 \text{ ppm}$$

$$100 \text{ ml de } 5 \text{ mg fosfor demektir.}$$

$$(Bilinen) \text{ ppm} \times \text{ml} = \text{ppm} \times \text{ml} \text{ (istenen)}$$

Yukarıdaki formülle, ppm olarak konsantrasyonu bilinen bir çözeltiliden, istenen konsantrasyonda çözeltili hesaplanabilir. Örneğin, 250 ppm Na bulunan bir çözeltiliden, 1000 ml. içinde 50 ppm Na bulunan bir çözeltili hesaplanabilir.

$$250 \text{ ppm} \times \text{ml} = 50 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml.}$$

$$\text{ml} = \frac{50 \times 1000}{250}$$

$$\text{ml} = 200 \text{ ml}$$

250 ppm Na eriyiğinden 200 ml. alıp saf su ile litraya tamamlayınca 50 ppm Na kapayan bir eriyik hazırlanmış olur.

KH_2PO_4 çözeltilisinden 500 ml. de 50 ppm P bulunacak şekilde bir eriyik hazırlamak için:

$$1000 \text{ ml. de } 50 \text{ mg P demek (ppm),}$$

$$500 \text{ ml. de } 25 \text{ mg P demektir.}$$

$$\text{KH}_2\text{PO}_4: \text{K } (39.100) = 39.100$$

$$\text{H } (1.008 \times 2) = 2.016$$

$$\text{P } (30.975) = 30.975$$

$$\text{O } (16.000 \times 4) = 64.000$$

$$136.091 \text{ mg}$$

$$136.091 \text{ mg KH}_2\text{PO}_4 \quad 30.975 \text{ mg P kapsarsa}$$

$$\underline{\quad \quad \quad x \quad \quad \quad 25 \quad \text{mg P} \quad \quad \quad}$$

$$x = \frac{136.091 \times 25}{30.975}$$

$x = 109.839 \text{ mg KH}_2\text{PO}_4$ alınıp 500 ml ye saf su ile seyreltilince 50 ppm P eriyiği hazırlanmış olur. Bu eriyiğin K miktarı hesaplanabilir :

$$136.091 \text{ mg KH}_2\text{PO}_4 \quad 39.100 \text{ mg K bulunursa}$$

$$\underline{109.839 \text{ mg KH}_2\text{PO}_4 \quad \quad \quad x}$$

$$x = \frac{109.839 \times 39.100}{136.091}$$

$$x = 31.558 \text{ mg K}$$

50 ppm = 1000 ml. de 50 mg = 5000 ~~mg~~ demektir.

d- Molar, osmolar çözeltiler :

Çözeltisi yapılmak maddenin molekül ağırlığının litreye seyreltilmesiyle yapılan çözeltilerdir ve 1 Molar (1M) çözelti demir. Gram olarak molekül ağırlığını gösterir. Molekül ağırlığının binde biri milimol(mM) olarak ifade edilir ve miligram olarak molekül ağırlığını gösterir.

$$\text{Molarite (M)} = \frac{\text{Çözülen maddenin molekül adedi}}{\text{Etilen çözeltilinin miktarı}}$$

$$\text{Madde miktarı, g} = \text{Molarite (M)} \times \text{Hizik miktarı (L)} \times \text{Mol. ağırlığı-g}$$

Örneğin; 6 g NaCl ile yapılan 500 ml çözeltinin molaritesini hesaplamak için; aşağıdaki formüle uygulanır.

$$\text{Molarite (M)} = \frac{\text{Maddenin Mol. adedi}}{\text{Hizik miktarı (L)}}$$

$$M = \frac{\frac{\text{Madde Miktarı, g}}{\text{Mol. ağırlık, g}}}{\frac{\text{Çözelti miktarı, ml}}{1000}} = \frac{6}{58.49} \times \frac{1000}{500} = 0.205$$

M = 0.205 olarak saptanır.

1.19 öngül ağırlıkta % 37.2 lik HCl çözeltisinin molaritesini hesaplamak için;

litrede, (1000 x 1.19 x 0.372=) 442.68 g HCl olduğuna ve HCl in molekül ağırlığının 36.5 olduğu hesaplandığına göre,

$$M = \frac{442.68}{36.5} = 12.13 \text{ olarak saptanır.}$$

Ösm. hesabı ile gösterilen osmolar çözeltiler litrede 1 osmol gram madde kapsar. Osmol, molekül, iyon veya radikal gibi osmotik aktif bir üitedir. Örneğin, NaCl, suda eritildiğinde Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarına ayrılır.

Her molekül NaCl, osmotik aktif iki kısım kapsadığından osmolar çözeltini litrede yarım mol. gram (58.45/2 = 29.23 g) NaCl ihtiva eder. Fakat bazı maddeler örneğin glikoz (C₆H₁₂O₆) eritken

osmotik aktif maddelere ayrılması ve litrede 180.156 g glikoz ihtiva eden çözeltisine osmolar çözelti denir.

Bir çözeltinin, diğer bir çözeltiliye eşit osmotik aktif partikül kapsaması, yani aynı osmotik basınca sahip olması durumunda her iki çözelti arasında izotonik bir durum mevcuttur ki bunlara izotonik çözelti denir. Fakat genel olarak izotonik çözelti denince plazma ile osmotik basınç bakımından aynı olan çözelti anlaşılır. Örneğin plazma 0.3 osmolar bir çözeltidir.

NaCl Osm. çözeltisi, 29.23 g. NaCl kapsar. 0.3 osmolar NaCl yapmak için $(29.23 \times 0.3 =) 8.769$ g. NaCl litrede eritilmelidir.

0.3 osmolar çözeltiden daha az osmotik basınca sahip çözeltilere hipotonik, daha fazla osmotik basınca sahip çözeltilere de hipertonic çözelti denir.

Plazmada osmotik basıncın azalması hemolize sebep olur. Hemoliz, eritrositlerde bulunan ve kanın renk maddesini kapsayan hemoglobinin, eritrositin parçalanması halinde dışarı akıp plazma içerisinde veya eritrositin bulunduğu bir başka vasatta erimesi olayıdır. Osmotik basıncın azalması ise, kana su veya zayıf tuz solüsyonu ilave edildiğinde meydana gelir. Böyle şartlarda osmos yolu ile yarı geçirgen olan eritrosit membranından geçen eriyik hücreyi şişirir ve çatlatır. Dolayısıyla hemoglobin dışarı akar. Bu şekilde meydana gelen hemolize hipotonik hemoliz denir. Bazı solüsyonlar osmotik basınca etki etmeden hemoliz hâsıl ederler ki bunlara izotonik hemoliz denir. Pratikte kullanılan en uygun izotonik solüsyon, fizyolojik tuz solüsyonudur. % 0.9 saf NaCl'ün saf suda eritilmesiyle hazırlanır.

Kanda hemoliz meydana gelmemesi için uygun fizyolojik solüsyon hazırlama yanında aşağıdaki hususlarda da dikkatli olmalıdır.

- a) Kanın dondurulması veya donmuş kanın eritilmesinde,
- b) Kanın cam bagetle karıştırılmasında,
- c) Yüksek derecede ısıtılarda,
- d) Eritrositlerde yüzeye yapılan basıncı artıran saponin, sabun, safra tuzları vb. maddelerle muamelede.

e- Tampon çözeltiler :

Az miktarın asit veya alkali katıldığına H^+ iyonları konsantrasyonunu sabit kalan çözeltilerdir. Bu ise, H^+ iyonunu tutan veya serbest bırakan maddelerin ortamda bulunmasıyla mümkün olur. H^+ verebilecekler asit, tutabilecekler de baz olduğundan tampon çözeltiler zayıf asit ve baz ihtiva ederler. Çözeltilerin H^+ konsantrasyonları pH ile ifade edilir. pH, basit olarak indikatör kağıdı ile saptandığı gibi hassas olarak kolorimetrik veya elektrometrik yöntemlerle tayin edilir. Bugün daha ziyade elektrometrik tayin yapan pH metreler kullanılmaktadır. Çözeltiler pH değerlerine göre netvel - 3 de görüldüğü gibi karakterize edilebilir :

Netvel - 3: Çözeltilerin pH değerlerine göre karakterize edilişi

pH değeri	Çözeltinin karakteri
$2 >$	Kuvvetli asit
2-4	Asit
4-6.5	Zayıf asit
6.5-7.5	Notr
7.5-10.0	Zayıf alkali
10.0-12.0	Alkali
$12.0 <$	Kuvvetli Alkali

Analiz: Hazırlanacak çözeltinin özelliğine göre septanın madde miktarı hassas terazide tartıldıktan sonra herhangi bir şekilde kayba uğramadan balona aktarılır. Eğer madde katı ise, iki yöntem uygulanır.

a) Cam tartı kabı veya benzeri içerişinde tartılan maddeye bir miktar çözücü ilave edilip bir baget ile karıştırılarak madde eritilip balona aktarılır (Şekil 33). Az miktarda çözücü ile tartımın yapıldığı kap ve baget iyice yıkandık çalkalanır ve balona ilave edilir.



Şekil-31: Çözelti hazırlamada tartı kabının yıkama eriyi-
şe dahil edilişi.

5) Balona geniş ağızlı huni yerleştirilip katı madde huniye konur. Bahergünün bir miktar çözücü konarak hem baherin yıkınması hem de maddeünün huniden eriyerek geçmesi sağlanır. Huninin temizlenmesi için de çözelti gerekeceğinden az az kullanı-
lıp hacmi aşmamasına dikkat etmelidir.

Eğer madde sıvı ise, doğrudan doğruya balona eklenmemeli, önce bir miktarı, sonra çözücü maddeünün tümü konmalıdır.

Her iki durumda çözünen madde balona konduktan sonra balo-
nun geniş kısmına yerinin kadar çözücü ile doldurulup erime ve
karışma tam olana dek karıştırılmalıdır. Eriyişi hazırlanan madde
erimeği durumda, (ısı erime noktasını düşürdüğünden) bek
üzerinde ısıtılmalıdır. Ancak ısı tatbikinin her maddeye uygulama-
ması uygun değildir. Genel olarak, kimyasal maddelerden bazı-
ları çözünürken ısı kaybeder ve soğur, bazıları da ısı kazanır ve
ısıtılır. İşte ısı kaybeden yani soğuyanlar ısıtılırken ısıtılır,
ısıtınlar da soğutulurlar. Isıtmanın, ısıtma prensiplerine uygun
yapılması şarttır. Ki bunların en önemileri; bek üzerine önce
aspetli tel konup üzerine balon yerleştirilmeli, balonun kapağı
açık tutulmalı, sık sık karıştırılmalı, karıştırma sırasında ba-
lonun boyun kısmının durumu, herhangi bir fışkırmı vb gibi nor-
mal durumlarından korunabilecek şekilde olmalıdır. Çözünen madde
tamamıyla eridikten ve bu ısıya geldikten sonra volüm tamamlan-
malıdır.

3.2.2. Çözeltilerin Muhafaza Edilmeleri

Genellikle çözeltilerin büyük bir kısmı oda ısısında stabildir. Bir kısmı, soğutucuda (buzdolabında) muhafaza edildiği gibi bir kısmı da ıyık ve rutubetten korunmalıdır. Ana çözeltiler herhangi bir kayıt yok ise buzdolabında saklanmalıdır.

Bütün çözeltiler (kullanılırken) oda ısısına getirilmeli (öksine bir kayıt yok ise) küçük bir kabın alınışından sonra, bu kısım analiz için kullanılmalı, kullanılan kısımdan kalanı ana çözelti kabına geri katılmamalıdır.

3.2.3. Çözeltilerin Ayarlanması

Çözeltilerin ayarlanması standart maddelerle yapılır. Standart maddeler % 0.01-0.02 den az yabancı madde kapsamlı yani oldukça saf olmalıdır. Son derece hassas tartılıp, nem çekici olmamalı, kurutmadan veya havadan etkilenmemeli, hiçbir değişimliğe uğramamalı, bilhassa molekül ağırlığı büyük olanlar tercih edilmelidir.

Ayarlama yapılacak madde, önce kontrol edilmelidir. Örneğin, 0.1 N NaOH'ı, 0.1 N HCl ile titre edip denedikten sonra kullanmalıdır. Ayarlamalar en az üç paralelle yapılmalı, paraleller arasında % 0.1-0.2 den az farklılık olmalıdır.

Standart çözeltiler çoğu kez sabit değildir. Bu nedenle sabit standart çözeltiler ile titre edilerek nakiki konsantrasyonlarını saptamalıdır. Ayarlama da çoğu kez Na_2CO_3 , oksalik asit veya tiritri-sol gibi asit preparatlar kullanılır.

Örneğin, 250 ml.'lik erlenmayer'e 25 ml. 0.1 N HCl çözeltisi pipetle konur. 2-4 damla % 1 fenolftalein çözeltisi damlatılıp ayarlanacak NaOH çözeltisi ile titre edilir. Sonuçlar aşağıdaki formülle konarak faktör hesaplanır.

$$F = \frac{\text{Standart çözeltiden alınan miktar, g}}{\text{Titrasyonda kullanılan ayarlanmasi istenen çözelti}}$$

Standart asit çözeltisinden alınan miktar = 25.0 ml.
Titreyonda sarfedilen NaOH miktarı = 23.1 ml.

$$F = \frac{25.0}{23.1} = 1.08$$

Titre edilen NaOH in normalite değeri, bulunan bu faktörle hesaplanabilir.

Titre edilen NaOH in normalite değeri = F x standart çözeltinin normalite değeri

Titre edilen NaOH in N değeri = 1.08 x 0.1
= 0.108 N

Demekki titre edilen NaOH 0.108 N dir. Normalitesi bilinen çözeltinin normalitesi 0.1 olduğundan çözelti normalden daha konsantredir. Çözeltiyi 0.1 N yapmak için biraz saf su katılmalıdır. Burada katılacak saf su miktarı aşağıdaki formülden bulunur. Her 100 ml. 0.108 N NaOH çözeltisi için;

$$\text{Saf su, ml} = 100 \times F - 100$$

$$\text{Saf su, ml} = 100 \times 1.08 - 100$$

$$\text{Saf su, ml} = 8 \text{ ml.}$$

Bulunan 8 ml. saf suyun önce yavaş katılıp normalite derecesi hesaplanır ve ilave edilmesi gerekli miktar tekrar bulunur.

Çözeltilerin nötrleştirilmelerinde esas reaksiyon veya asitlerle bazlar arasındaki esas reaksiyon asidin H_3O^+ iyonu ile bazın OH^- iyonunun birleşip su teşkil etmesidir.



Demekki, bir asitle bir bazın ekivalan miktarları karşılaştırılırsa denge nötr noktada, yani pH 7 de olmaz. Sadece aynı derecede iyonize olan asit ile bazın reaksiyonunda, ekivalan nokta pH 7 de olur. Asit-baz titreyonunda ekivalan noktada pH 71, meydana gelen tuzun karakterine , bu da reaksiyona giren asit ve bazın iyonizasyon derecesine bağlıdır. Meydana gelen tuz hidrolize olduğundan titreyonda ekivalan nokta daima tam nötr noktada değil-

dir. Burada meydana gelen hidroliz, tepekkül eden tuzun iyonlarının su iyonları ile reaksiyondur. Bu ise nötrleştirmeindir.



Titrimetrik nötrleştirmelerde ekivalans noktasının pH değeri aşağıdaki kombinasyonlarda mümkündür.

- Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda
- Zayıf asit-kuvvetli baz titrasyonunda
- Kuvvetli asit-zayıf baz titrasyonunda
- Zayıf asit-zayıf baz titrasyonunda

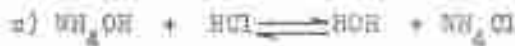
a) 25 ml 0.1 N HCl, 0.1N NaOH ile titre edildiğinde,



hidroliz veya proton alıp verici yoktur. İyonik reaksiyon basittir.



25 ml 0.1N CH₃COOH ile 25 ml 0.1N NaOH titrasyonunda ekivalans noktası bazik alanda , pH 8.68 de olur. Bu nedenle indikatör olarak fenolftalein veya timol mavimsi kullanılır.



Ekivalans noktası asidik tarafta ve pH 7 nin altındadır. 25 ml 0.1 N HCl ile 25 ml 0.1N NH₄OH in titre edilmesinde ekivalans noktası pH 5.24 de dir.

d) 50 ml 0.1N CH₃COOH in, 0.1N NH₄OH ile titrasyonunda 49 ml NH₄OH katınca pH= 6.43; 51 ml de pH= 7.56 olur. Yani 2 ml NH₄OH, pH de 1.1 ünitelik bir değişime meydana getirir. Böyle titrasyonlarda organik asit-baz indikatörleri doğru netice vermez.

Esasen titrasyonda kullanılan asit ve baz için en uygun indikatörün seçilmesi, analizin doğru yapılmasında önemli bir noktadır. Titrasyonda kullanılacak indikatörün seçilmesi, titrasyon kuvvetinden tayin edilecek ekivalans noktaya göre yapılmalıdır.

4. FİZİKSEL ANALİZ TEKNİKLERİ

4.1. DENSİMETRİK YÖNTEMLER

Özgül Ağırlık ve Yoğunluk

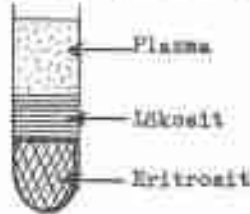
Özellikle sıvı maddelerde konsantrasyonun tesbitinde özgül ağırlık tayini oldukça önemlidir. Özgül ağırlık (Specific gravity) cismin belirli bir sıcaklıktaki ($t^{\circ}C$) ağırlığına (m), aynı hacimdeki ve sıcaklıktaki suyun ağırlığına (m_1) oranıdır. Yani, cismin sudan kaç misli daha ağır olduğunu gösterir. Özgül ağırlık, fiziksel bir özelliktir ve kriter olarak faydalanılır.

Kan, yapısında bulunan eritrositlerden dolayı sırdardan daha yüksek derecede özgül ağırlığa sahiptir. Özgül ağırlık; cins, ırk, yaş ve cinsinin kişiliğine göre değişiklik gösterir. Genç hayvanlarda yağlılardan daha düşük, erkeklerde dişilerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çeşitli hayvanlarda kanın ortalama özgül ağırlıkları aşağıda görülmektedir.

<u>Hayvanlar</u>	<u>Kanın Ortalama Özgül ağırlığı</u>
Koyun	1051
Keçi	1042
Hiçir	1052
At	1053
Domuz	1046
Kunutlular	1054
Tavşan	1050
Fare	1054
Sığır	1057
Kedi	1051
Köpek	1052
İnsan	1055-1065

Kanın sulandırılması, özgül ağırlığı düşürdüğü gibi, kanamalarla meydana gelen kan kayıplarında, dokulardan geçen sıvılar da özgül ağırlığı düşürmektedir. Kan korpusküllerinin özgül ağırlığı, özellikle eritrositlerde plazmanın özgül ağırlığından daha yüksektir. Hücre grupları özgül ağırlığının daha yüksek olması, kapredikleri demir elementi nedeniyle, koagülasyonu önlenmiş kanı,

hücredeki özgül ağırlık farklılıklarından ileri gelen çökme tabakaları, aşağıda görüldüğü şekilde çemattize edilebilir.



Süt ineklerinin eritrosit ve lökositlerinde özgül ağırlık 1090, plazmasında 1027; koyun ve keçilerin kan eritrositlerinde özgül ağırlık 1064, plazmasında 1029 olarak saptanmıştır.

Özgül ağırlık tesbitinde çeşitli yöntemler uygulanır:

- Piknometreyle özgül ağırlık tayini.
- Dalıcı veya yüzdü cisimlerle tayin.

Piknometre çok hassas ölçümlerde kullanılır. Camdan yapılmıştır. Çeşitli tipleri vardır (Şekil - 32).



Şekil- 32: Piknometre

Analiz: Piknometrede bulunan suyun ağırlığına, piknometrenin su kıymeti denir. Bunu saptamak için önce piknometrenin darası alınır. Soğuk piknometre % 4 potasyum dikromat veya sodyum dikromat ihtiva eden sülfürik asitle veya hotta neşce kıcak su ile temizlenip alkol veya eterle çalkalanır, içerisine ince bir bürü ile hava verilerek kurutulur. Hassas terazide tartılarak darası saptanır. Soğuk piknometre kaynatılıp soğutulmuş damıtık su ile doldurulup,

20°C deki su banyosunun içerisine yerleştirilerek 30 dakika tutulur. Su banyosunun ısısının analiz boyunca 20°C \pm 0.1 olmasına dikkat edilir. Piknometreye su konup tartılır. rneğini;

Dara : 17.8698 g

Dara + su : 68.9125 g

Su kıymeti : 51.0427 g

Su kıymeti değeri aynı zamanda piknometrenin hacmini verir. Daha sonra piknometre, yoğunluğu tayin edilecek sıvı ile birkaç defa çalkalanır ve aynı su ile doldurulup, aynı derecede aynı zaman içerisinde bekletilip tartılır. rneğini;

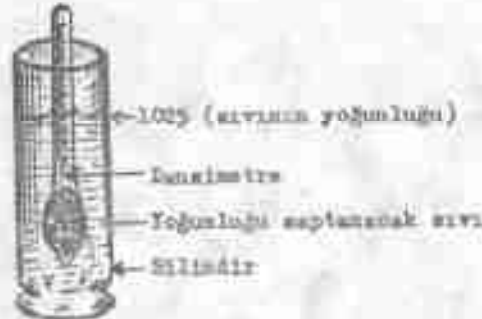
dara : 17.8698 g

dara + sıvı : 65.8799 g

sıvının ağırlığı : 48.0101 g.

sıvının yoğunluğu : $\frac{48.0101}{51.0427} = 0.9406$ olarak hesaplanır.

Dalacı veya yzdeci cihazlarla tayinde areometre, densimetre ve volmetre'ler kullanılır. Densimetrelerin üzerinde ayarlandığı ağırlık yazılmıştır. Örneğin, idrarın zdeci ağırlığını bulmak için kullanılan Urometreler + 4°C ve + 15°C için yapılmış, 1000-1040 taksimatlidir. İsmi yazılmamış Urometrelerde, 15°C de zdeci ağırlığı 1000 olan \times 2 NaCl ile sı tayini yapılabilir (şekil - 33).



şekil-33: Densimetre'de yoğunluk teabiti

Ürometre takuimatının yapıldığı dereceden her 3 derece fazla veya azı için 0.001 ilave edilir veya çıkarılır. Örneğin, Ürometre 15°C de kalibre edilmiş ise ve örneğin 21°C deki idrarda saptanan özgül ağırlık 1020 ise, bunun gerçek özgül ağırlığı;

$$21 - 15 = 6^{\circ}\text{C fark}$$

$$6 : 3 = 2$$

$$0.001 \times 2 = 0.002$$

$$1.020 + 0.002 = 1.022 \text{ olur.}$$

Analizi: Bir silindir içerisine önce Ürometre konur. Sonra idrar ilave edilir. Ürometre silindirin yan yüzeylerine dokunmamalı, idrarın yüzeyi köpüksüz olmalıdır. Okuma doğrudan doğruya Ürometreye üzerinden yapılır.

İdrar volümü az olduğu durumlarda idrar sulandırılıp, okunan değerin son iki rakamı sulandırma sayısı ile çarpılarak gerçek özgül ağırlık saptanır. Örneğin; idrar 2 misli seyreltilmiş ve okunan değer 1018 ise, gerçek özgül ağırlık $1018 \times 2 = 1036$ dir.

Analizin değerlendirilmesi:

Pozitif su içilmesi, çok miktarda tuz alınması, proteince zengin beslenme idrar volümünü artırır. Az su içilmesi, karbonhidrat-oz zengin beslenme, aşırı bedensel iş ve tarlama idrar volümünü azaltır. 24 saatlik idrarda yoğunluğun düşük olması kronik nefrit yani böbrek yetmezliğini, yüksek yoğunluk ise şeker hastalığını, akut nefriti ve yüksek nitrojenli hastalıkları işaret eder.

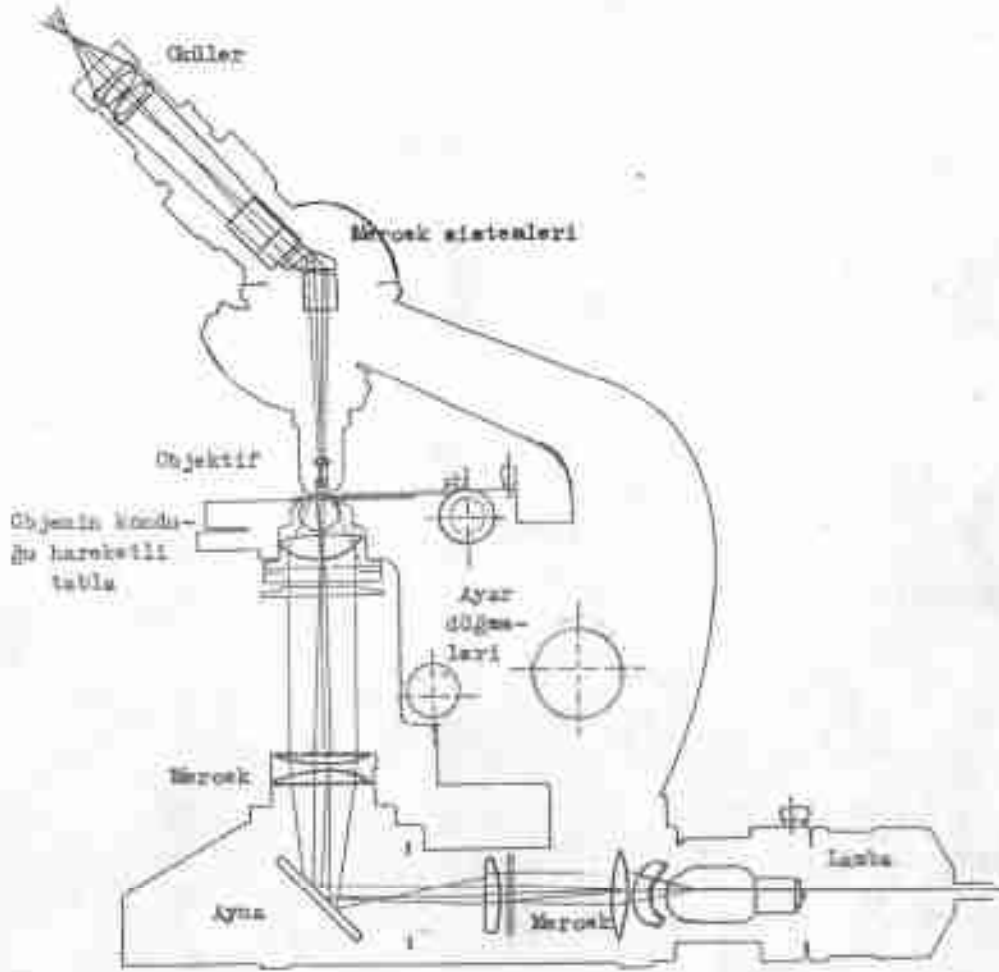
Dansitenin son iki rakamı 2.66 ile çarpılarak idrarın katı maddeleri bulunur. Örneğin, dansitesi 1018 olan bir idrarın katı maddesi $18 \times 2.66 = 47.88$ 'dir. Yani litrede 47.88 gram katı madde ihtiva ediyor demektir.

Normal olarak insan idrarının litresinde 30-70 gram katı madde saptanmıştır. Bu miktar yavaş, ağırlıkta, böbreklerin sağlık durumuna göre değişir.

4.2. OPTİK ALETLERLE ANALİZ YÖNTEMLERİ

4.2.1. Mikroskopi :

Objektiften gelen ışınlar bir prizma vanitasıyla ikiye ayrılır ve her iki okülerde de görüntü meydana gelir. Görüntüde istenen amaçta cevap vermeye için, hazırlanan preparatlar özel boyalarla boyanmaktadır. Genel olarak mikroskopun büyütmesi; objektifin büyütmesi \times okülerin büyütmesini eşittir (Şekil-34).



Şekil-34: Mikroskopta görüntüyü oluşturan sistemin şematik hali.

a) Basit sistemde yapılan gözlemler:

Bu gruptaki gözlemler, 8-50 yaşta büyümeyle, daha ziyade yemlerde fiziksel karakter incelemek amacıyla uygulanır.

b) Hücresel veya histolojik gözlemler:

Yem karmalarında bulunan yemlerin yapıları ile teşhisinde uygulandığı gibi; kan, tükürük, idrar, gübre ve ejakülatta yapılan incelemelerle, normal ve anormal hastalıklar hakkında genel bir fikir verilir.

ba) Kanın mikroskopik incelenmesi:

Kanın yapısını teşkil eden korpüsküler elementler farklı boyalarla boyanıp mikroskopta sayılarak saptanırlar. Sayının anlamlılığı olması, hücrelerin özelliklerinin bilinmesine bağlıdır. Bu nedenle önce korpüsküler elementlerin tanımlanmasına yarar görülmüştür. Bilindiği gibi kanın korpüsküler elementleri; eritrositler, lökositler ve trombositler diye üç grupta incelenmektedir.

Eritrositler; memeli hayvanlarda yuvarlak ve çekirdeksiz, diğer hayvanlarda çekirdekli ve elips çekilde kırmızı renkli kan hücreleridirler. İçinde hemoglobin bulunan süngerimsi bir yapıya sahiptirler. Eritrosit miktarı tür, yaş, cins, çevre şartları, beslenme durumu ve iklimle bağlı olarak değişir. Milyonlarca adet olarak ifade edilir. Eritrosit sayısının azalması delaysizlikle hemoglobinin konsantrasyonunun azalması anlamına gelir. Çeşitli hayvanlara ait ortalama değerler aşağıda verilmiştir.

<u>Hayvanlar</u>	<u>milyon/cm³</u>
Süt inek	5.5 - 9.5
Basi inek	4.9 - 6.9
Koyun	8.1 - 10.0
Küçük	10.1
Keçi	13.6 - 14.8
At	6.9 - 7.8
Tay (15 gün)	14.3 - 15.2
Tavşan	5.9
Tavuk	2.8
Horoz	3.2
Fare	8.0 - 12.0
İnsan (E)	5.4 - 5.8
(K)	4.6 - 4.8

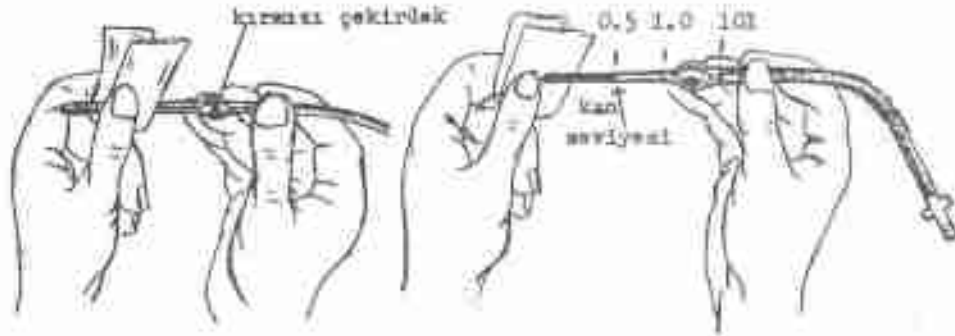
Eritrosit tam bir hücre değildir, çoğalma kabiliyeti yoktur. Ömrü 10-12 haftadır, % 62-72 su % 38-28 katı kısımdan meydana gelmiştir. Katı kısımın % 95 ini hemoglobin oluşturur. Ayrıca protein, lesitin, kolesterol, safalin ve inorganik maddeler kapsar.

Normal şartlarda eritrositler memelilerde kemik iliğinde, kanatlılarda kemik iliği yanında az miktarda dalakta yapılır. Her iki grupta da hastalık durumunda karaciğer, dalak ve lenf yumru- ları eritrosit yapımına yardım ederler.

Eritrositlerin yapılabilmesi için organizmada Fe, Cu, Co, Mn ve Vit.B₁₂ nin bulunması gerekir. Eritrositin yapımındaki Fe ayrılarak bilirubine döndüğü ve dalak venleri vasıtasıyla karaci- gere gönderilir. Eritrositlerin yapılması olayına eritropoiz denir. Kanın bulunuşu küçük çaplı genç eritrositlere retikulosit denir ve bunların çok miktarda görülmesi eritropoizin hızla olduğunu gösterir. Eritrositlerin çapları mikronla ölçülür. Çeşitli hayvanlarda ortalama değerler aşağıda görülmektedir.

<u>Hayvanlar</u>	<u>Eritrosit çapı (mikron)</u>
Siğir	5.7
Koyun	5.1
Keçi	4.1
At	6.2 - 12.1
Tavuk	7.5 - 12.0
Güvercin	6.7 - 12.8
Ördek	6.2 - 12.1
Kedi	5.7
İnsan	7.5

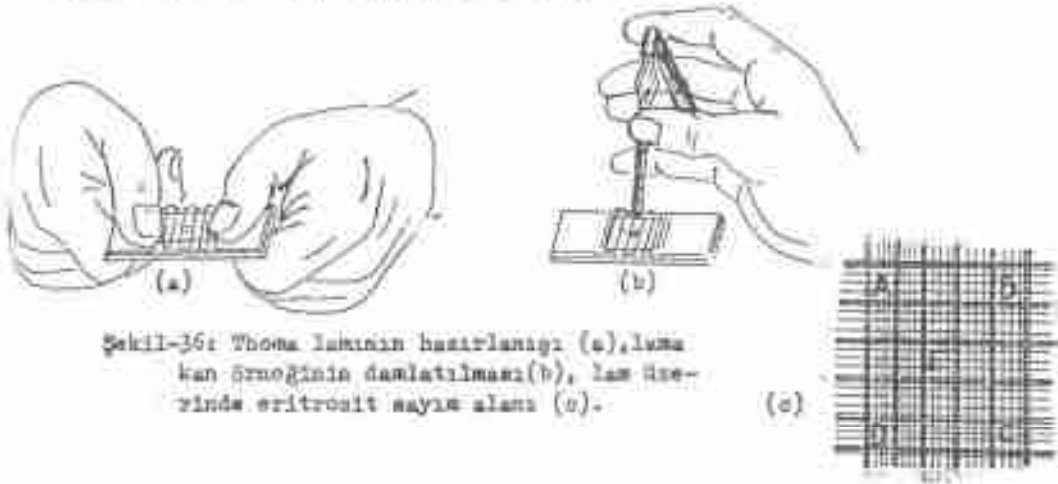
Analizi: Eritrosit sayımı, kan belli oranda sulandırılıp volümü/bir kamerada sayılarak yapılır. Kan, eritrosit pipetiyle (Şekil-35) 0.5 işaretli yere kadar çekilir. 101 işaretine kadar eritrosit miyarından ilave edilir. Eritrosit pipetinde örnek, pipetin kir- mizi çekirdeği yardımıyla karıştırılır. Eritrosit miyarı olarak hayem veya serum fizyolojik kullanılır.



Şekil-35: Eritrosit pipeti ile kan alındıktan sonra pipetin alınip, kan seviyesinin 0.5 'e indirilmesi.

Hayvan çözeltisi : Sublime ($HgCl_2$) 0.5 g
NaCl 1.0 g
 Na_2SO_4 5.0 g
Distile su 200 ml

Serum fizyolojik; 9 g NaCl bir litrelik halde eritilip litreye saf su ile tamamlanarak hazırlanır.



Şekil-36: Thoma lamının hazırlanışı (a), lama kan örneğinin damlatılması (b), lama üzerinde eritrosit sayma alanı (c).

Thoma lama volümü bilinen bir lamadır (Şekil-36). Üzerinde 25 büyük, $16 \times 25 = 400$ küçük kare bulunur. Eritrosit sayımı 5 büyük karede yapılır. Thoma lama üzerindeki iki sütun, önce hafifçe nemlendirilir. Sonra lama iki elin başparmaklarıyla bastırılarak hafifçe sürülür.

kapatılır. İçine yerleştirildiği, lamel üzerindeki renkli tıyfların görülmesinden anlaşılır. Pipet çekilince, 1-2 damla su dışarı atılır. Pipetin ucu lamel orta yerindeki boşluğa (lamelle arasında) dik olarak dayanır ve bir damla kendi halinde akıtılır. Damlanın yan oğullara taşınması gerekir. 3 dakika dış bir yerde tutulur. Ve mikroskopta 10 x 15 veya 20 x 15 büyütmeyle 5 büyük karede (5 x 15 = 80 küçük kare) sayım yapılır.

Lamel arasındaki mesafe : $\frac{1}{10}$ mm dir.

1 mm² lik alan 400 küçük kareye bölünmüştür.

1 küçük karenin hacmi : $\frac{1}{10} \times \frac{1}{400} = \frac{1}{4000}$ dir.

0.5 çizgiğine kadar kan çekilip 10'e seyreltilmişinden sulandırma faktörü 200'dür. Buna göre;

Eritrosit sayısı (E) = $\frac{N}{80} \times 4000 \times 200$ formülünden saptanır. Örneğin;

Sayılan eritrosit miktarı (N) = 40 ise,

$$E = \frac{40}{80} \times 4000 \times 200$$

$$E = 400.000$$

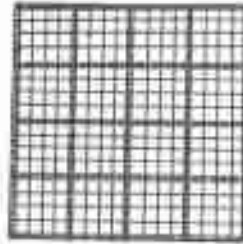
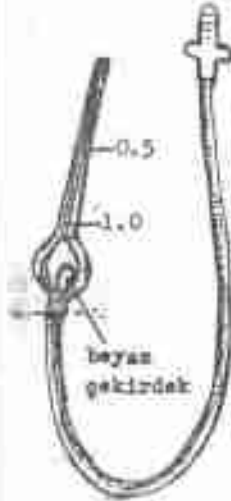
Eritrosit sayısını azaltan durumlar; hemorraj, skorbut, hemofili, kimyasal, parazitik ve bakteriyel zehirlenmeler, hemoglobüri, hemoglobüniemi, hemolitik anemi, akut (geçici) ve kronik (yerleşmiş) infeksiyonlar, nefrit, gebelik anemisi, ishal, pellegra, hipotirozidizm, Demir kırsam sayılabilir. Eritrosit sayısını artıran durumlara kronik solunum hastalığı ile CO₂ zehirlenmesi, sayılabilecek tipik örneklerdir.

Lökositler; sarımsık ve renksiz hücrelerdir. Amiboid hareket ederler. Lenf yumrularında ve dalahta yapılırlar. Vazifeleri vücudu, çıkardıkları antibodilerle mikropların salgıladıkları toksinleri sarımsık hale getirmektir. Geçitli hayvanlarda 1 mm³ kanda bulunan lökosit miktarları aşağıda verilmiştir.

<u>Hayvanlar</u>	<u>Lökosit Miktarları</u>
Koyun	15.000 - 20.000
Keçi	8.000 - 12.000
Siğir	5.000 - 10.000
At	7.000 - 11.000
Tavuk	20.000 - 30.000
Güvercin	15.000 - 30.000
Kedi	9.000 - 24.000
Küçük	8.000 - 15.000
Fare	7.000 - 15.000

İnsan (8-18 yaş)- 4.500 - 13.500
(Gelişmiş)- 5.000 - 10.000

Amliye: Lökosit tayininde beyaz çekirdekli lökosit pipeti kullanılır(Şekil-37). Pipetin 0,5 işaretine kadar çeşitlen kan, 11 işaretine kadar lökosit miyarı veya Türk göseltisi ile boyretilip iyice karıştırılır.



Şekil-37. Lökosit pipeti ile Thoma lamina-
da lökosit sayım alanı .

Türk göseltisi:

2,0 ml. gliserol asetik asit
98,0 ml. damıtık su
1-2 damla metilen mavini

Bununla beraber karıştırılıp hacir-
lanır. Eritrosit sayımında alou-
zu gibi Thoma lamina-
da küçük ka-
relerde 10x10 büyüklüğüle mikros-
kopta sayım yapılır.

$L = N \times 2 \times 100$ formülünden
lökosit değeri bulunur.

Örneğin: sayımda lökosit miktarı 22 olarak sayıldı ise,

$$L = 22 \times 2 \times 100$$

$$L = 4400 \text{ olarak değerlendirilir.}$$

Kan hücrelerinin sınıflandırmalarında granüller vardır. Bunlar
sayımla çekillerine göre ikiye ayrılırları

1- Granülositler

2- Agranülositler

Granülositleri % 70 ini kapsarlar; boyanma karakterlerine göre, yani aldıkları asit, baz veya nötrai boyaların göre 3 e ayrılırlar.

a-) Nötrofiller

b-) Eozinofiller

c-) Bazofiller

Nötrofiller; % 65 nispetinde bulunur, segment olarak da isimlendirilirler. Çok çekilli çekirdekleri vardır. Çekirdek bazofil karakterlidir ve gençken at nalı veya çubuk şeklindedir. At, sığır, koyun kanlarında nötrofiller yaşlanınca çekirdekleri 2,3,4



de bölünüp ince iplikciklerle köprüler kurulmuş ederler. Aktif amiboid hareketler yaparlar. Hastalıklı dokularda yabancı cisimlerle mücadelede yeterince olduklarında eriyip iltihabi oluştururlar. Okunmuş yeterliliğine dayanıklıdır. Proteaz, lipaz, katalaz, oksidaz ve peroksidaz fermentlerini ihtiva ederler. Ağrı hastalıklarında çok miktarda çoğalırlar.

Eozinofiller; kandaki % 2-4 nispetinde bulunurlar. Hücreler büyük, çekirdekleri küresel, yavaş yaprağı gibi, 2-3 segmentlidir. Granülasyon çok fazla olduğundan sarı pembe görünür. Yabancı protoplazmi maddeleri parçalarlar ve hayvansal parazitleri yok ederler.

Bazofiller; kandaki % 0.5 nispetinde bulunur. Protoplazmalarını renksiz, koyu mavimsi renkte maddi eriyebilecek granüllere ve heparine sahiptir. Çekirdekleri tek veya parçalıdır.



Eozinofiller



Bazofiller

Bazofiller, kandaki % 0.5 nispetinde bulunur. Protoplazmalarını renksiz, koyu mavimsi renkte maddi eriyebilecek granüllere ve heparine sahiptir. Çekirdekleri tek veya parçalıdır.

Agranüloptiller; Plazmaları granülsüzdür. Kandaki % 30 oranında bulunur ve üç gruba incedirler:

a) Monositler

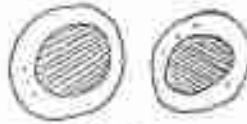
b) Lenfositler

c) Şişip

Neutrofilleri kanda % 4-8 oranındadır. Çekirdekleri büyük, süngerimsi ve büküğe benzer. Çok az granülasyon vardır. Çok hareketlidirler. Organizmayı yabancı maddelere karşı korur, diğer eritrositleri yok ederler.



Lenfositler; kanda % 22-25 oranında bulunur. Küresel, büyük çekirdeklidir. Protoplazmaları çok incedir.



Lenfosit



Eozinofil

Eozinofil; Granülasyon vardır. Kanda çok az bulunur. Çekirdek, hemen parçalansuk gibi görünebilir. Eozinofillerle karıştırılmamalıdır.

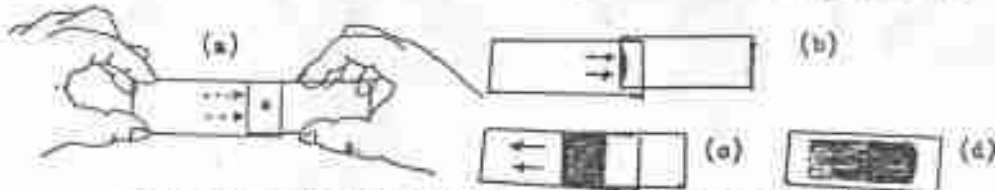
Lökosit sayısının azalmasına lökopeni denir ve tiroit, paratiroid nöbetlerinde, sepsis, sıtma, tüberküloz, kan yalığıyla zehirlenme, anemi, lösemi, röntgen ve radyum ışınlarının etkisiyle azalır.

Lökosit sayısının artmasına lökositosis denir. Gebelik, ateşle anestezi, enfeksiyonlar, hemoraj, üremi, kırsamık, tetanos hastalarında artar.

Lökosit sayısına normalden az veya çok olduğu durumlarda bu farklılığın hangi lökositten ileri geldiğini bilmek için kanda bulunan lökositlerde sayım yapılır ki buna formül lökositler denir. Çeşitli hayvanlarda yüzde lökosit miktarları aşağıda görülmektedir.

	Neutrofil	Eozinofil	Bazofil	Lenfosit	Kanosit
Koyun	30-40	5-15	1	45-70	2-5
Kedi	40-45	3-5	1	50-55	3-8
Büyük	25-35	5-6	1	55-65	5-10
At	55-60	2-4	1	30-40	3-4
Karıncılar	25-50	5	2-3	40-50	2-5
Kedi	55-60	3-6	1	30-35	2-3
Küçük	55-75	3-10	1	20-25	2-6
İnسان	60-70	2-4	1	20-30	5-7

Formül lökositler direkt olarak kanda yapılır. Herdimek büyüklüğünde bir damla kan alınıp laminar kenarına yakın bir yere damlatılır (Şekil-38). Bir başka lam veya lamelle ince bir tabak halinde derhal yayılır. Yavaş çalıçılırsa, kan hava ile temas ettiğinden çok çubuk pahtılaşır ve normal bir yayılma olmaz. Ayrıca, lökositler su kaybedeceklerinden çekimlerinde değişiklikler olur.



Şekil-38: Formül lökositler yapmak amacı ile kanın lam üzerine yayılmasının şematize edilmişliği.

Analiz: kan, lam üzerine damlatılmadan önce lam hafifçe ısıtılırsa yayılma daha kolay ve iyi olur. Kan yayıldıktan sonra en az 4-5 saat, normalde 1 gün bekletilir. Sıhpa üzerine konan lam boyama



çözeltisi ile tamamen örtülür. 3 dakika beklenir. Bu çözelti boyama yapmaz. Çünkü metil alkolü olan çözeltide boyama metil alkol içinde çözünmemiştir. Metil alkol sadece tesbit eder. Üzerine eşit miktarda saf su damla damla dökülür. Hafifçe üflenerek çözelti ile

suyun karışması sağlanır. 3 dakika beklenir. Çözelti sulandırılınca boyama özelliği kazanır. Lam ters çevrilerek dökülür. Lamin üzeri (1 ml saf su + 15 damla giemsa) sulandırılmış giemsa ile örtülür. 25-30 dakika beklenir. Sonra dökülür. Preparat saf su ile hafifçe yıkayıp ısıtılır. Havağa (dik konumda) kurumaya bırakılır. Lam üzerine bir damla sedir yağı damlatılır (Sedir yağı ışığı kırıp çekimleri tam ve net göstermeye yarar) her doğrultuda 25'er sayım (mikroskopta 10 x 40 büyütmeyle) yapılır. Toplam 100 edecek şekilde küreler sayılır. Her birinin sayılan miktarı % değerlerdir.

ERİTROSİTLER



yuvarlak, genelde çekirdeksiz, süngerimsi, kırmızı renkli kan hücreleridir.

LÖKOSİTLER

I - Granülositler (% 70)

a) Neutrofil : granülasyonu çok fazla olduğundan matik pembe görünür. Pembe noktalar çok, parçalar kenarlarla bağlıdır. Kanda %2-4 kadar bulunur.



b) Segment (Nötrofil) : sitoplazma belirginidir. Matik noktalıdır. Mikroskopun mikro düğmesini ayarınca noktalar eflatunusunu mavimsi olarak belirir. Kanda %65 düzeyindedir.



c) Bazofil : Sitoplazma siyah noktalıdır. Çekirdek tek veya parçalı olabilir. Sitoplazma çeperi nötrofildeki gibi, pek belirli değildir. Kanda %0,5 kadardır.



II - Agranülositler (% 30)

a) Stap : Granülasyonu çok azdır. Çekirdek parçalanmaya yüz tutmuş, fakat parçalanmamıştır .



b) Monosit : Sitoplazmada tek tük granülasyonu vardır. Çekirdek büyük, sitoplazmayı doldurmuş ve süngerimsidir, böbreğe benzer. Kanda %4-8 düzeyindedir.



c) Lenfosit : Sitoplazma berrak görülen. Tek tük granülasyonu vardır. Sitoplazmanın içinde keşif bir koyuluk gelişir ve çekirdek bulunur. Kanda % 22-25 kadardır.



Şekil- 19: Kan tablosunun genel özellikleri.

Çeşitli boyama çözeltileri vardır.

- 1) May-Grünwald çözeltisi (Metil mavini-Eosin)
- 2) Romanowsky-Giemsa çözeltisi (Azür-Eosin)
- 3) Nötral su veya fosfat tamponu (PH= 7.2)

$\text{Na}_2 \text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$: 5.70 g.

$\text{K H}_2 \text{PO}_4$: 2.45 g.

Distik su : 5.0 lt.ye tamamlanır.

Bu sıyada kullanılan May-Grünwald boyasıdır. Hazır olarak satılır, doğrudan doğruya kullanılır.

bb) İdrarın mikroskopik incelenmesi:

İdrarda hücre ve silindürler hâlinde eridiklerinden mikroskopik muayene mümkün olduğu kadar ince idrarda yapılmalı, en geç 20 saat içinde incelenmelidir. İdrarın mikroskopta incelenmesi daha sıyada, böbrek ve idrar yollarındaki hastalıkları tespit edebilmek için önemlidir. Analiz için idrar sedimentlerinin çöktürülmesi gerekir. Çöktürme 1500 devirde 5 dakika santrüfuj edilerek yapılır. Yüksek devirde ve uzun zamanda yapılan santrüfujler silindürleri bozacağından uygun değildir. Üstteki sıvı kısım tüp ters çevrilerek tamamen döktürülür. Tüp sallanarak dipte toplanan sediment gevreytilir ve homojen bir süspansiyon hâline getirilir. Kapiller bir pipetle veya tüp eğilerek lam üzerine üç yere damla hâlinde damlatılıp tıbbi kağıdı ile yayılır. Lamel kullanılmaz. 10 büyütmeyle preparat ayrılır. 45 büyütmeyle incelenir.



Lökosit hücreleri; her kubuğa 2-3 hücre normaldir.

Eritrositleri Normal idrarda bulunmaz. Eritrosit

siandisleri hâlinde görülürse iltihap hücrekten gelmektedir.



Eritrositleri lökositlerden ayırtmak için % 5 lik

nostik asitten bir damla, sediment üzerine damlatılır.

Hücreler eritrosit ise nemolis olup kaybolur. Lökosit ise nükleusları ile varatta kalır.



Yağ globulinalarını eritrositlerden ayırtmak için sedimente eter veya kloroform damlatılır. Yağ globulineri eriyip kaybolur.

Kalsiyum oksalat kristallerinin idrarında görülmeleri patolojik sayılmaz. Paratiroid hastalıklarında miktarı çok artar.

Ürik asit kristalleri kümeleşme halinde ve organik sülfatlarla beraber bulunduğu böbreklerde taş olduğuna işaret eder.

Lütein ve tirozin kristalleri karaciğer atrofinine sebep olan sarılık, fosfor zehirlenmesi, karaciğer sirozu, tifo, çiçek ve idemide görülür.

50) Ejekülata mikroskopik incelenmesi:

Ejekülata konsantrasyonu hayvancılıkta suni tohumlama uygulamalarında önem taşır. Gerek saf yetiştirmede, gerekse seleksiyon çalışmalarında kalıtsal özellikleri bütün erkeklerin selekte edilmesi, suni tohumlama esnasında kolayca tesbit edilmekte, süzülme sonuçları kontrol altına alınmaktadır.

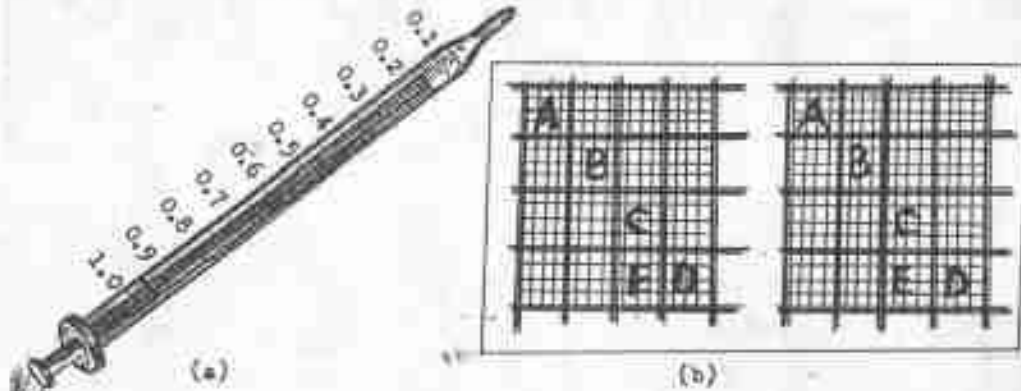
Elde edilen ejakülata en geç 1 saat içinde ayılanmalıdır. Bu amaçla içerisinde 24-25°C su banyosunda muhafaza edilmelidir. Ağırca ek ejakülata volüm ve konsantrasyonunun uygun olması gerekir.

Önce örnek; içerisinde bulunan idrar kristalleri, gübre ve diğer karışımlardan, ince bir cambağet yardımıyla temizlenir ve karıştırılarda homojen bir hale getirilir. Ejekülata kanasız, gübreli ve idrarsız olması yeridir.

Analizi: Önce 9.9 ml. Hayem sıvısı 10 ml lik pipetle alınıp bir deney tübüne konur. Kan çekeri pipetiyle (0.1 ml lik) aynı eriyikten 0.025 ml daha alıp tübe ilave edilir (Toplam 9.975 ml). Buharlanmaya mani olmak için tübün ağzı lastik bir mantarla kapatılır. Sonra ejakülattan 0.025 ml alınarak Hayem sıvısına ilave edilir. Pipetin içi birkaç defa bu sıvı ile yıkanır ve tüp birkaç defa sallanarak karıştırılır. Bu karıştırma tüp içerisindeki miktariyi grimsi bir renk almaya kadar devam eder. Tüp içindeki spermlerin süzülmesi için tüpün ağzı birkaç defa ters çevrilir. Ayrılma olmayuncaya örnek atılır. Tüp içindeki süzünceyi, karıştırıldıktan sonra kan çekeri pipetiyle alınıp ve bir damla taze lümin damlatılıp, 40 x 10 büyütmeyle mikroskopta sayılır. Hazırlanan preparat

sayım yapmadan önce 6-8 dakika bekletilmeli hücrelerin stabil hale gelmesi sağlanmalıdır.

a) Volüm tesbiti : Ejekülata enğıldığı cam kepten tüm muhteviyat özel enjektörle yavaş yavaş çekilir. Çekim sırasında köpük hanel olursa boğaltılıp tekrar çekilmelidir. Toplam ejakülat miktarı ml olarak enjektörden okunur (Şekil-40).



Şekil-40: Ejekülasyon volümü tesbitinde kullanılan 5cc enjektör(a) ile spermatozoidlerin konsantrasyonunun tesbitinde kullanılan Thoma laminası sayım alanı (4x4 x 5 x 2 kare alanı)(b).

b) Spermatozoid konsantrasyonunun tesbiti: Thoma laminasında hazırlanan preparatın 5 x 2 = 10 büyük karede (iki taraftan) yapılan sayımla saptanır. Sayım sonucu elde edilen veriler aşağıdaki formülle uygulanarak değerlendirilir.

$$E = \frac{N}{160} \times 4000 \times 400$$

160 = Küçük kare sayısı

4000 = Laminadaki alan (mm³)

400 = Salınım faktörü (0.025 ml. ejakülat; 10 ml.ye seyreltiliyor)

N = Sayılan sperm sayısı

E = Sperm miktarı

Örneğin; 1mm³'teki sperm sayısı 200 ise;

$$E = \frac{200}{160} \times 4000 = 400$$

$$E = 2000 \text{ 000}$$

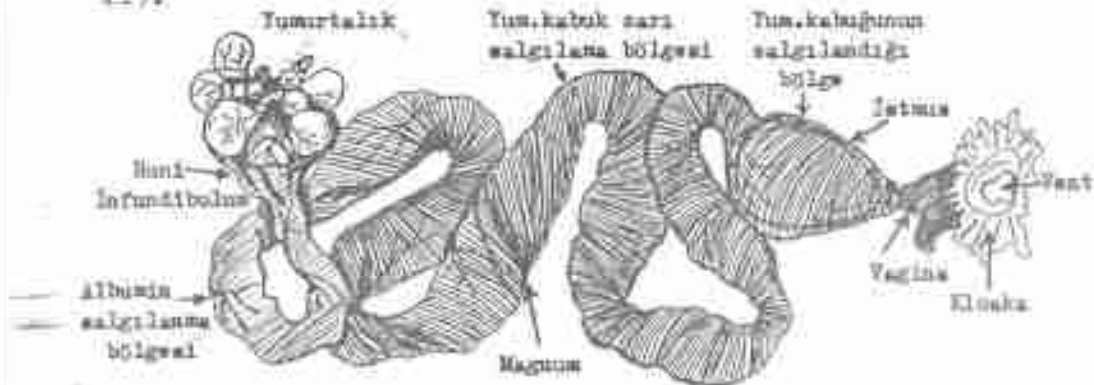
$$E = 2 \text{ milyon/mm}^3$$

Hayvanlarda elde edilen sperm miktarı (E) 3-4 milyon/mm³ olduğu zaman yumurtayı döllenme nisbeti normaldir.

Dikkat edilecek noktalar: Kan çekeri pipetle çalışıldıktan sonra içerisinde deterjanlı su bulunan silindire konur. Birkaç defa su ile yıkanır sonra distile su ile durulur, iki defa dikolden ve saf sufan geçirilir, kurutma dolabında kurutulur. Kullanılan tüm malzeme önce deterjanlı su ile sonra alkolle ve saf su ile yıkanıldıktan sonra kurutma dolabında kurutulmalıdır.

Sperm epiaidyomis'te salgılanır. Bunun % 90'ı sudur. İçinde ayrıca albumin, yağ benzeri maddeler ve tuzlar vardır. Uygun volüm ve konsantrasyonda olan spermatozoa kuşların tekiri veya sucul tohumlanmadan sonra 15 dakika içerisinde yumurtalıkta yumurtayı döller.

Tavuklarda sadece sol yumurtalık ve yumurtu kanalı fonksiyoneldir. Sağ yumurtalık ve yumurtu kanalı gelişmemiştir. Helikon olarak teşekkül eden yumurtu kanalı boğ bülünden oluşmuştur(Şekil-41).

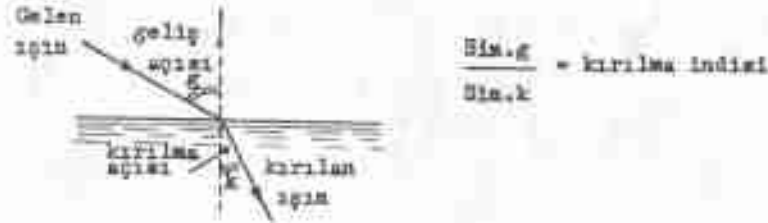


Şekil-41: Tavuklarda yumurtanın oluştuğu yumurtu kanalı (Ovidukt).

Ağıllandıktan sonra spermatozoa yumurtalık kanallarına dâhil
yazılır, 24 saatte daha az bir zamanda boşluk içinde kaybolur.

4.2.2. Refraktometri

Aletin çalışma prensibi, gelen ışığın kırılma indisine
dayanır (Şekil-42). Sıvı ve katı cisimlerin kırma indislerini veya
sıvılarda erimiş olan katı cisimlerin yüzde miktarlarını, kuru
madde miktarlarını tayinde kullanılırlar. Örneğin şeker pancarında-
ki şeker oranını bu yolla saptanır.



Şekil-42: Refraktometrenin çalışma prensibini oluşturan
kırılma indisinin teğekkülü.

Analizi: Bir-iki damla sıvı ile çok küçük maddede edüç alındığından
pratikte çok kullanılırlar. Tarlada veya bahçede, kısaca arazide,
denize yarıda, sebze, meyve veya yemten; aletin sondası ile alı-
nan örnek, aletin özel presinde sıkılıp, 1-2 damla sıvı elde edi-
lir ve refraktometrenin gözlem prizması üzerine konulur. Kapak
kapatılıp, dürbün kısmından ışık doğru bakılarak gözlenir. Gözle
alınanda görülen ölgenin bulunduğu skala rakamı doğrudan doğruya
100 g. maddede gram olarak kuru madde miktarını (% g) verir.

Dikkat edilecek noktalar: Aletin her analisten önce ayar edilmesi
gerekir. Bunun için kapak açılarak 1-2 damla su konulur. Kapak
kapatılarak okunur. Ölge sıfır olmalıdır. Ölge sıfırda değil ise,
aletin dürbün tarafındaki vida çevrilerek ölge sıfıra ayarlanır.
Kapakta bu yamaç bir tülbentle kapatılır.

4.3.3. Polarimetri

Bir ışıktan kırılma veya yansımaya esaslına dayanan bir sistemle sadece bir doğrultuda elde edilen ışığın polarize ışık denir. Eğer bu ışık bir kez doğrultusunda ise lineer polarize ışık denir. Ayrıca eliptik ve dairesel ışıklar da vardır.

Asimetrik karbon atomunu kaplayan organik maddeler, polarize ışığın titreşim doğrultusunu döndürme güdündedirler. Böyle cisimlere optik aktif cisimler denir. Örneğin karbohidratlardan



d-glukoz



d(+)-galaktoz



d(-)-früktöz

monosakkeritlerden olan galaktoz, ışığı sağa (+) çevirdiği halde, früktoz sola (-) çevirir ve ikisi de optikçe aktiftirler. Burada esas, ışık formülde de görüldüğü gibi karbon ile olan bağlantıların doğrultusudur. Kristallerde ise polarize ışığı çevirme hassaslığı fiziksel yapıya bağlıdır. Bu yapının bozulması, örneğin toz haline getirme gibi değişiklikler, bu özelliği bozar. Ayrıca organik bileşimin bünyesinde bulunan asimetrik O atomunun bulunduğu moleküle bağlı olmayıp yine molekül yapısına bağlı olarak aktivite olabilir. Örneğin, azot, kükürt, kobalt ve kalay atomları da optik aktiftirler.

Bazı mikroorganizmalar da bazen bir formu diğer bir forma çeviren çok hızlı türler ederler.

Görüldüğü gibi bileşiklerin ışığı çevirme dereceleri, cisim tanıma açısından önem taşımaktadır. Optik aktif cisimlerin eriyiklerinin polarize ışığı çevirme derecelerini tayine yarayan aletlere polarizetre denir.

Analizi: İçerisinde sakkaroz tayini yapılacak maddelerden belirli gramda alınıp 100 ml. ye seyreltilir. Polarizasyon tüpüne konup incelenir. Alet doğrudan doğruya yüzde şeker miktarını verir. Genellikle sadece sakkaroz tayini yapıldığından bu alete sakkarimetre denir. Çeşitli şekillerde, çeşitli amaçlarla kullanılabilecek tarzda hazırlanmış, çeşitli şekillerde kalibre edilmiş sakkarimetrelere vardır.

5. FİZİYU-KİMYASAL ANALİZ TEKNİKLERİ

Analiz edilmeye maddeyi kimyasal yöntemlerle eriyik haline hazırladuktan sonra, eriyiğe ışığı geçirme, yansıtma, kırma, absorbe etme gibi fiziksel özelliklerinin ölçülmesi esasına dayanan bir yöntemdir. Analizi istenen örneğe belirli kimyasal maddeler ilave edilip hazırlanan eriyik, aynı şartlarda hazırlanan belli miktarda madde kapsayan standart ile karşılaştırılarak değerlendirilmektedir. Yani fiziksel ve kimyasal reaksiyonların birlikte uygulandığı bir tekniktir.

Kimyasal kantitatif analizlerde çok kez renkli reaksiyonlardan yararlanılır. Kısa zamanda, az maddelerle, çok sayıda analiz yapılabilirliğinden, sonuçlar güvenilir olduğundan, tercih edilmektedir. Kullanılan aletlerin özelliklerine göre aşağıdaki şekilde isimlendirilirler.

1. Kolorimetrik
2. Fotometrik
3. Spektrofotometrik
4. Kronotografik

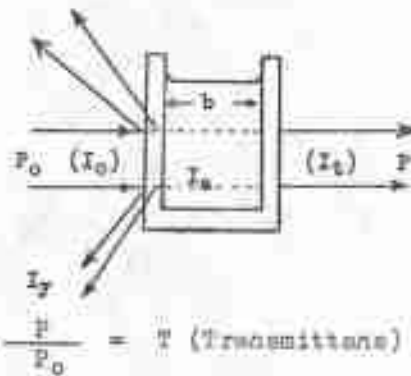
Bu yöntemlerde esasa, hazırlanan renkli bir eriyik tarafından absorbe edilen ışık miktarını saptamaktır. Renkli eriyiklerin renk intensitesi olarak bilinen ışığı absorbe etme, kırma, yansıtma ve geçirme özelliği ya doğrudan doğruya gözle (kolorimetrik) veya daha geliştirilmiş aletlerle yapılmaktadır.

5.1. KOLORİMETRİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Kolorimetre basit bir ölçme aletidir. Konsantrasyonu bilinen bir veya birkaç standart ile konsantrasyonu bilinmeyen renklerini kıyaslayarak ölçümler yapılmaya kullanılır. Az miktarda madde ile çok kısa zamanda mikro düzeyde değerlendirme yapılabilir. Ancak renk ayırmanın kısıtlı olduğu ve ışık yansıması gibi sorunların gelmesi gibi sınırlardan dolayı pek tercih edilmemektedir. Bu sınırları gidermek için alete bazı parçalar ilave edilerek geliştirilmiştir.

Çözelti rençine ve ışık göre yapılan tüm analizlerde vade, Lambert-Bouguer(1729-60) ve Beer (1852) tarafından bulunan kanunlara dayanır.

Lambert-Bouguer kanununa göre; homojen bir vasata gönderilen belirli dalga boyundaki bir ışında, vadeden çıkanın kuvvetinin (P), vadata girenin kuvvetine (P₀) oranı sabittir. Ancak gelen ışın ile absorbe yüzeyine dik açı ile gelmelidir.



- $I_0 = I_y + I_a + I_g$
- I_0 = Işık intensitesi
- I_y = Yansıyan ışık
- I_a = Absorbe olan ışık
- I_g = Geçen ışık

Işığın geçtiği optik yol (eriyiğin kalınlığı) aritmetiksel artış gösterirken, geçen ışının kuvveti (ışığın intensitesi) geometrik olarak azalır. Aynı kalınlıktaki her tübeye aynı miktar ışın absorbe eder.

Kalınlık veya optik yol =	0	1	2	3 ... n
Transmittans	= 1.00	0.50	0.50 ²	0.50 ³ ...0.50 ⁿ

Kanun, matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir;
 $-\log T = ab = A = -\log \frac{1}{T} = -\log \frac{P}{P_0} = \log \frac{P_0}{P}$

- T = Transmittans = P/P_0
- a = Vadede absorbe edilen
- b = Eriyiğin kalınlığı veya optik yol
- A = Absorbans (optik densite) = $\log \frac{1}{T}$

Beer kanununda aynı durum, renkli maddelerin konsantrasyon ile ışık intensitesi arasında kurulmuştur. Belli kalınlıktaki eriyikte konsantrasyon aritmetiksel artış gösterince, belli dalga boyundaki ışığın intensitesi geometrik olarak azalır.

Bugün kolorimetrenin ve spektrofotometrenin esasını teşkil eden kanun, Beer + Lambert kanununun birleşmesinden meydana gelmiştir. Buna göre;

$$\log \frac{P_0}{P} = Kbc$$

K = Doku boyu ve vantın şeffaflığına bağlı konstant

c = Konsantrasyon

b = Kalınlık

c = mol.g/litre, b = cm olarak ifade edilmektedir, K= Molar absorpsiyon indeks olarak da edelir ve ϵ (epsilon) ile gösterilir.

Bu yöntemlerle esas prensibi; daima aynı maddenin, konsantrasyonu bilinen ve bilinmeyen iki eriyikten geçen ışınları eşit yapmak esasına dayanır.

$$\frac{\text{Bilinmeyen O.D.}}{\text{Standartın O.D.}} = \frac{\text{Bilinmeyen konsantrasyonu}}{\text{Standartın konsantrasyonu}}$$

Bilinmeyen konsantrasyonu % (mg veya g) olarak ifade edileceği zaman formüle 100/V faktörü eklenselidir. V, bilinmeyen çözeltide kullanılan volümdür.

$$\text{Bilinmeyen kons.} \% \text{ mg} = \frac{\text{Bilinmeyen O.D.}}{\text{Standartın O.D.}} \times \text{St. Kons. mg} \times \frac{100}{V} \times \frac{V_0}{V_0}$$

Konsantrasyonları C_1 ve C_2 olan iki eriyikte;

$$Kb_1c_1 = Kb_2c_2 = \log \frac{P_0}{P} \quad (K \text{ her iki eriyikte aynı ise)}$$

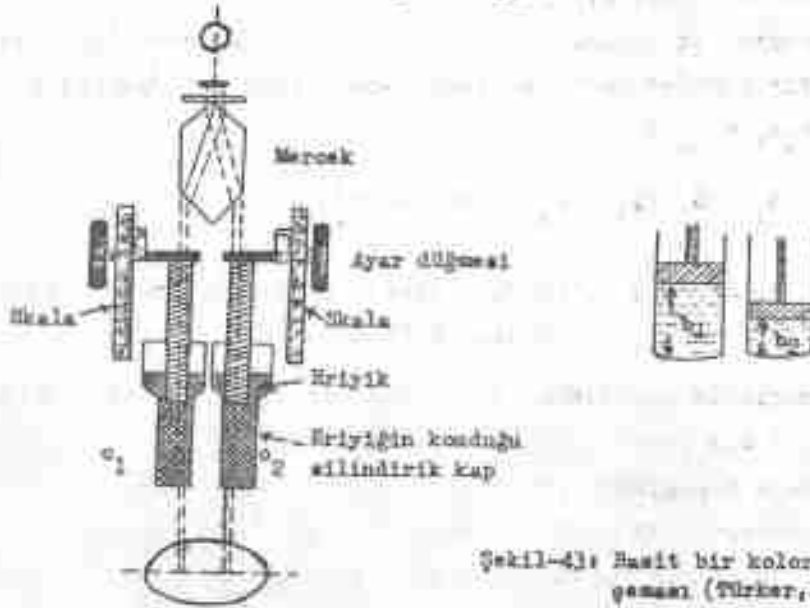
$$b_1c_1 = b_2c_2 \text{ olur.}$$

Kolorimetrik özelliklerde yöntemin prensibi olan; konsantrasyonu bilinen eriyikten hazırlanan standart ile konsantrasyonu bilinmeyen rengini kıyaslanmak, değişik şekillerde yapılmaktadır. Buna ziyade uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

- a) Standart herifer yöntemi
- b) Dengü yöntemi
- c) Rejolyte veya eşitleme yöntemi

Standart seriler yönteminde konsantrasyonu gittikçe artan bir seri standart hazırlanır. Bu eriyikler aynı çaptaki Nessler tüplerine konup, alt kısmı, cam veya ayna ile aydınlatılan sehpa-ya yerleştirilirler. Bilinmeyen tüp, standart tüplerle teker teker mukayese edilir ve uygun renk seçilir. Bilinmeyenin eşiti renkte olan standart çözeltinin konsantrasyonu bilinmeyen konsantrasyonu verir. Bu yöntem bilhassa açık renkli çözeltilerde uygun bir yöntemdir.

Denge yönteminde, standart eriyiğin konsantrasyonu sabit tutulup, intensite eşitleninceye kadar optik derinlik (eriyiğin kalınlığı) değiştirilir. Bunun için eriyikler, skalaya bağlı silindirik kaplara konur (Şekil-43).



Şekil-43: Basit bir kolorimetre geması (Türker, 1969).

Tübün suu ile kabın içi arasındaki uzunluk skaladan okunur. Güneş ışığında düz ayna, güneş ışıkta ampul ve cam levha kullanılır. Eriyikler siyah camdan yapılmış kaplara konur. Bilinmeyen ve bilinen eriyiklerde (alette ayarlama yaparak) eşitlik sağlanınca, bilinmeyen eriyiğin konsantrasyonu, kolorimetrenin esas kurucuna göre seçilir.

$$b_1 c_1 = b_2 c_2$$

$$c_2 = \frac{b_1}{b_2} \times c_1$$

c_1 = Standardın konsantrasyonu

c_2 = Bilinmeyenin konsantrasyonu

b_1 = Standardın skaladan okunan değeri

b_2 = Bilinmeyenin skaladan okunan değeri

Seyreltme ve eşitleme yöntemlerinde, bilinmeyen çözeltilinin rengi standardın/seyreltilmekte olduğu rengine eşit oluncaya kadar seyreltme yönteminde kullanılan tüplerin iç çapları aynıdır ve tüpler kalibre edilmiştir. Değerlendirme kolorimetrenin esas kanunlarına göre yapılır;

$$b_1 c_1 = b_2 c_2$$

$$b_1 = b_2 \quad (r_1 = r_2 \text{ olduğundan})$$

$$c_2 = \frac{V_1}{V_2} \times c_1 \quad (\text{konsantrasyon seyreltme hacmine bağlı olarak bulunur.})$$

Kanda hemoglobin tayininde kullanılan Hemostatreler kolorimetrik analize iyi bir örnek olarak gösterilebilir.

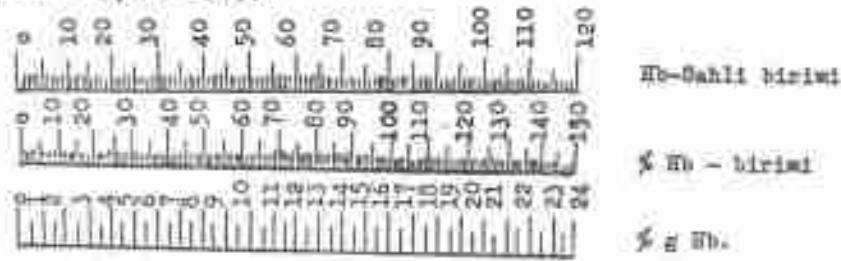
Kanın hemoglobin konsantrasyonu, renk maddeleri oksihemoglobin veya asit hematine çevrildikten sonra tayin edilebilir. Sulu HCl ilavesiyle meydana gelen asit hematinin kahverengini ölçüp hemoglobin tayini 1894 yılında Sahli tarafından açıklanmıştır.

Hemoglobinin asit hematine dönüşü genellikle ilk dakikalarda çok hızlı, daha sonra yavaş olmaktadır. Bu nedenle okumanın belirli bir zaman içerisinde yapılması gerekir. Oluşan hematinin rengindeki koyuluk kanın protein ve lipidlerine bağlıdır. Bu nedenle hasta % 10 su çıkabilir.

Kullanılan hemometrelerin bir kısmı % 14 g hemoglobini, bir kısmı % 16 g hemoglobini normal değer olarak alıp hemometrede belirtmiştir. Bazı aletlerle üç şekil birlikte vardır.

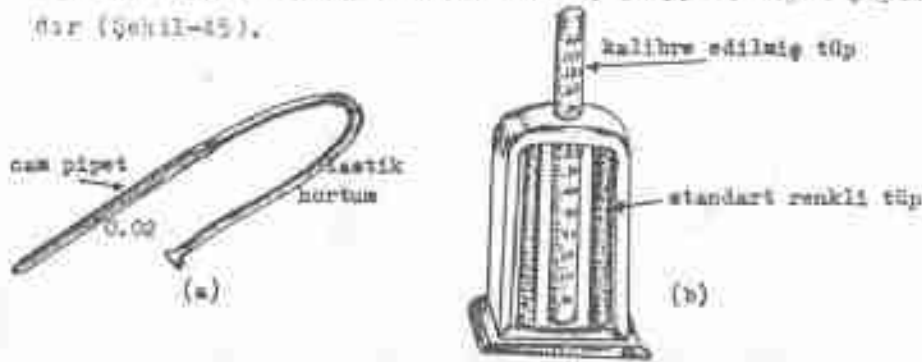
$$\% 16 \text{ g Hb} = \% 100 \text{ Hb birimi} = 80 \text{ sahli birimi}$$

Birbirine karşılık olan hemoglobin değerlerinin aynı yardımıyla hesaplanması aşağıdaki şekilde yararlanılarak yapılmaktadır (Şekil-44).



Şekil-44: Hemoglobin değerlerine ait skalalar (Imren, 1977).

Hemoglobin analizi, hemometrenin (sabit) standart iki tüp arasındaki bulunan kalibre edilmiş (soygar) tüpte yapılmaktadır (Şekil-45).



Şekil-45: Hemoglobin pipeti (a) ile Sahli Hemometresi (b).

Takvimetli tübün 10 çizgisine kadar 0.1 N veya % 3 lük HCl çözeltisi konur. Hemoglobin pipeti ile 20 çizgisine kadar (0.02 ml) kapiller kan çekilip, asit çözeltisinin altına tabaka halinde konur. HCl çözeltisi pipete çekilip uflenerek köpürmeden pipetin temizlenmesi, çözeltinin karışması sağlanır. 10 dakika bekletilip su ilave edilir. İnce bir cam bacağla veya tüp

çililerle karıştırılır. Yandaki endikatörlerin rengine eşitleninceye kadar seyreltmeye devam edilir. Renkler eşitlendiği nokta okunur. % 3 HCl kullanıldığında, seyreltme su ile değil, aynı HCl ile yapılmaktadır. Bazı hayvanlarda saptanan ortalama hemoglobinin değerleri aşağıda verilmiştir.

<u>Hayvanlar</u>	<u>% c Hb</u>
At	10.0 ± 1.5
Domuz	11.95
İnek	12.03
Koyun	12.4 ± 1.4
Keçi	10.9
Hinti	10.5
Horoz	13.5
Tavuk	9.8
Keçi	10.49
Küpek	13.01
<hr/>	
İnsan (E)	16.0 (80)
(K)	14.5 (72)

Aşağıdaki nedenlerle hemoglobinin değerinde farklılık saptanabilmektedir.

- 1) Teknik hatalar,
- 2) Patolojik düzensizlikler

1- Teknik hata kaynakları :

a) Hemometrenin yapısının değişik kısımların renklerinin değişmesi, kalibrasyonun iyi yapılmaması v.b.

b) Bekleme zamanının kısılması; erken sulandırma, hematin teşekkülünü durdurur.

c) Bekleme zamanının uzaması; hematinin parçalanmasının nedeni olur.

d) Sün içiği yerine yanlış içiğe analizin yapılması, okumanın göz hizasından yapılmaması.

e) Hemometre değeri % 40'ın altında ise pipette 2 defa kula alınıp (0.04 ml) elde edilen değerın yarısı hesaplanmalıdır.

2- Patolojik düzensizlikler

Hemoglobinin konsantrasyonunun yüksek veya düşük olması ayrı ayrı semptomlar gösterir. Yüksek değer veren patolojik düzensizlikler;

- a) Lökosit miktarındaki artışlar,
- b) Eritrosit sayısının arttığı durumlar,
- c) Bunu akciğer ve kalp rahatsızlıkları,
- d) Kan sıvısının azalması v.b.

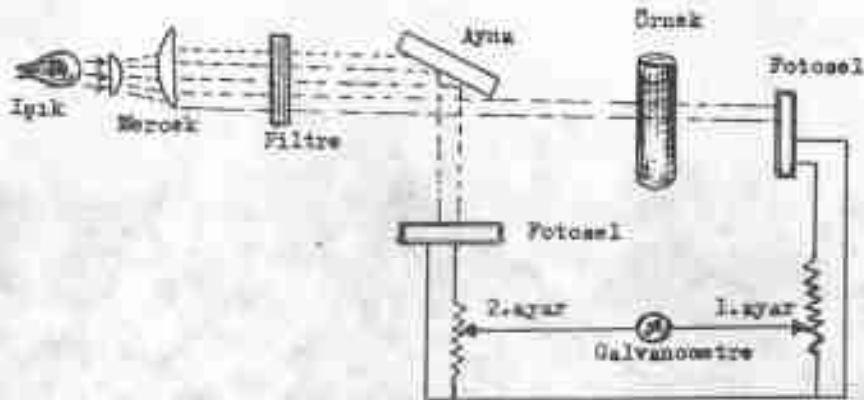
sayılabilir. Hemoglobün konsantrasyonunun düşük değeri vermesi,

- a) Eritrositlerin azalması
- b) Anemik durumlar
- c) Kan sıvısının sulandırılması
- d) Demir ve H_{12} vitamini yetersizlikleri v.b. durumlarda

almaktadır.

5.2. FOTOMETRİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Analiz edilecek madde renksiz ise, kimyasal reaksiyonları bilinen ölçülerle renkli sıvı haline getirilip değerlendirme yapılır. Işık kaynağı olarak tabii veya yapay beyaz ışık kullanılır. Renkli sıvıdan geçen ışığı ölçmek için foto elektrik kolonimetreler (fotometreler) yapılmıştır. Bunlarda göze renk karşılaştırması yapılmamakta, ışık enerjisi elektrik enerjisine çevrilmektedir. İstenen dalga boyundaki ışığın geçebilmesi için alete ayrıca filtre ilave edilmiştir (Şekil-46). Gök yerine fotoelektrik hücre bulunmaktadır.



Şekil-46: Çift fotoselli, Fisher filtreli fotometre şeması.

Bu yöntemde eksen, ışığın absorbe etme, geçirme, yansıtma veya kırma gibi fiziksel özelliklerinin ölçülmesidir. Işık entansitesi ile orantılı olan bir elektrik akımı meydana gelir. Bu elektrik akımı hassas bir galvanometre ile ölçülür. Fotometrik analiz yöntemlerinde;

a) Filtreli fotometreler

b) Spektrofotometreler

kullanılmaktadır. Filtreli fotometrelerde cam, jelatin ve çözeltilen yapılımlı filtreler kullanılır. Bunlardaki ışık kaynağı belirli intensitede ve konstantta ışık verir. Bu ışık bir filtreden geçip absorbtasyonu yaptıktan sonra eriyiğe gelip fotoelektrik hücrede bir elektrik akımı meydana getirir ki bu ampermetrede okunur.

Benzeri eriyikler bazı spektrumlarında ışığın bir kısmını geçirir, bir kısmını absorbe ederler. Bu nedenle eriyiğe absorbe edemediği ışığı göndermek diğer dalga boyundaki ışıkları uygun bir filtre ile tutmak suretiyle yöntemin hassasiyeti artırılmalıdır.

Örneğin; kırmızı renkli eriyik mavi ışığı absorbe ettiğinden, mavi ışığı geçiren mavi filtre kullanılarak daha hassas ölçme yapılması olur. Bu nedenle her zaman yönteme istenen filtre kullanılmasıdır. Filtrelerin rengi, sayısı veya geçirgenliği, dalga uzunlukları ile ifade edilir.

Genellikle fotometrelerde, 5-10 dakika sürelerle aynı geçiş kimyasal ve kör deneyle önce okunularında dengeli sağlanmaktadır. Standartla hazırlanan kurveden, alettten okunan D.D. (optik yoğunluk) değerlerinin kullanılacağı olan, örnekdeki maddenin konsantrasyonunu saptanır.

Bir çözeltili içerisindeki maddenin konsantrasyonunu, geçirgenlikle o maddenin renk reaksiyonu ile saptanır. Beer kanunu "Renkli bir çözeltili tarafından tutulan ışık miktarı, mevcut renkli maddelerin renk konsantrasyonunu ile doğru orantılıdır" şeklinde ifade edilir.

Dalga boyu ile karakterize edilen ışık enerjisinin fotometrelerde en çok geçerli olanları 400-760 milimikron dalga boyundaki ışıklardır. Bunlar, görülebilenler ile gözümlene renksiz olarak yansıyan ışıklardır. 760 milimikrondan büyük dalga boyundakiler infrared ışıklardır ki bunlar çok hassas fotosellerle ölçülebilirler. Görülebilen ışıklardan daha kısa dalga boyundaki ışıklar ultraviyole ışıklardır.

Görülebilir ışıkların renkleri ile bunlara eşdeğer ışık dalga boyu sınırları aşağıda verilmiştir.

<u>Renk</u>	<u>Dalga boyu</u>
Mavimsi	400 - 450
Mavi	450 - 500
Yeşil	500 - 570
Sarı	570 - 590
Turuncu	590 - 620
Kırmızı	620 - 760

Fleym fotometreler, filtrelili fotometrelerden biridir. Eriyik haline getirilen örnek, alevle püskürtülmekle, tayin edilmek istenen elemente özgü ışık izole edildikten sonra, intensitesinin ölçülmesi amacıyla kaynar. Değerlendirmeler % 1-3 hata sınırları içerisindedir.

Fleym fotometre; bir alev kaynağı, bir eriyiği püskürten tüzen, filtre, ışık enerjisini elektrik enerjisine çeviren bir fotosel ve ışığın intensitesini ölçen bir sistemden meydana gelmiştir.

5.3. SPEKTROFOTOMETRİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Spektrofotometre de bir elektrofotometredir. Spektrometre + fotometrenin kombinasyonundan meydana gelmiştir. Spektrometre, renkli eriyiğe istenen dalga boyundaki ışığın girişini sağlar. Fotometre ise renkli eriyikten geçen ışığın intensitesinin ölçülmesinde yer alır. Örneklerden alınan değerler standart eriyiklerin renk intensiteleri ile karşılaştırılmaktadır. Bunlarda filtre yoktur. Renksiz maddelerde de absorpsiyonla tayin yapılmaktadır. Okumalar % Absorbans veya % Transmittans olarak yapılır.

$\%A$ = Yüzdeleri absorbeiyon $\frac{I_1}{I_0}$ (çıkan ışık)

$\%T$ = Yüzdeleri geçirgenlik $= \frac{I_0}{I_1}$ (giren ışık)

$\%T = T \times 100$

$A(O.D.) = 2 - \log \% T$

$$C = \frac{A}{A_s} \times C_s \times \frac{100}{N} \times \frac{N_v}{S_v}$$

C = Maddenin konsantrasyonu.

A = Maddenin absorbanası

C_s = Standartın konsantrasyonu

A_s = Standartın absorbanası

N = Numunenin miktarı

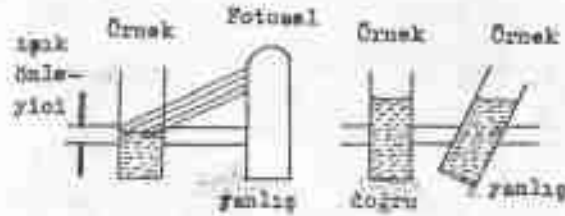
N_v = Num. çözünmüşün son hacmi

S_v = Stand. çözünmüşün son hacmi

Bir çözeltinin rengi, görme sınırları içerisinde elektromanyetik dalga boylarından birini absorbe etmesinden doğar. Kırmızı renkli bir çözelti veya filtre, gün ışığının kırmızı dalga boyunu geçirdiğinden ve diğer dalga boylarını absorbe ettiğinden göz tarafından kırmızı olarak görülür. Fotometrelerde çözeltinin rengine göre seçilecek filtrenin dalga boyu ve rengi aşağıda verilmiştir.

Çözeltinin Rengi	Mavi Yeşil	Yeşil Mavi	Mavi	Menekşe	Kırmızı	Turuncu	Sarı	Qara Yeşil
Filtre Rengi, Dalga boyu, nm	Kırmızı	Turuncu	Sarı	Sarı Yeşil	Mavi Yeşil	İngi Mavi	Mavi	Menekşe
	690	620	580	540	510	480	450	430

Fotometre nef su ile O'ya veya $\% T$ a ayarlanarak standart ve örneklerde okuma yapılır. Absorbe edilen ışık miktarı sıvı tabakasının kalınlığına bağlı olarak değiştiğinden kullanılan küvetler standarttır. Küvetin içi ve dışı kuru ve lekeli olmamalı, mat olan kenarlarından tutulup saydam kısımlardan ışık geçecek şekilde ve düz olarak alete yerleştirilmelidir (Şekil-47). Aynı küvette okuma yapılacağıında okuma yapılan çözelti ile önce



Şekil-47 : Örnek küvetinin fotometreye yerleştirilişiyle ilgili hatalar.

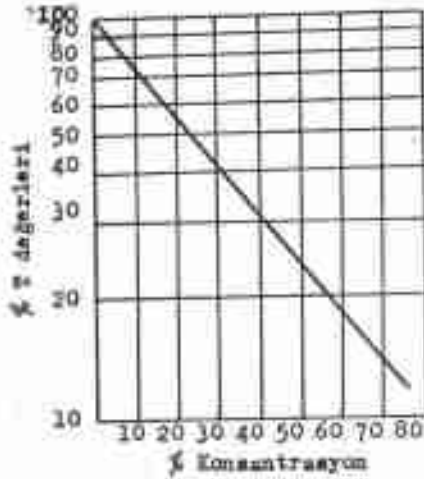
küvet yıkanmalı sonra okuma yapmak üzere alete yerleştirmelidir.

Fotometrik analizlerde değerlendirmanın yapılması için bir seri standart hazırlanıp alette okunması gerekir. Her analizde standart hazırlamak, zaman ve kimyasal madde sarfını gerektirdiğinden çoğu kez, alet, analiz yöntemi ve kullanılan kimyasal maddeler değişmedikçe, aynı standart kurvuden değerlendirme yapılabilir. Bunun için fotometrede okunan değerler ile karşılıkları olan maddelerin konsantrasyonu grafik kağıdında ordinat ve eksenle işaretlenip standart kurve çizilir. Örneklerden okunan değerler grafikten işaretlenerek $\%$ konsantrasyonu temsil edilir.

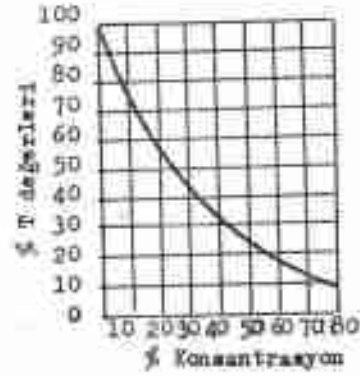
Daimi kullanılacak grafikte elde edilmesi için önce ana standart çözelti hazırlanır. Bundan seyreltilmek suretiyle değişik konsantrasyonlarda bir seri standart çözelti hazırlanır. Standart seri sıfırdan başlayıp normal değerin 1-4 misli konsantrasyon-

resyonda olacak şekilde düzenlenmelidir. Her çözeltiden alınan eşit miktardaki örneklerde okuma yapılarak milimetrik kağıda işlenir.

Fotometrik okumalar transmittansu cinsinden ise optik densite değerine çevrildikten sonra logaritma kağıdına işlendiğinde bir eğri elde edilir (Şekil-48). Semilogaritmik kağıda işlendiği zaman meydana gelen eğri, bir doğrudur (Şekil-49).

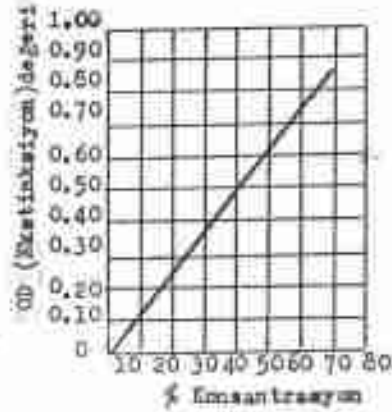


Şekil-49 : Potometrik okumaların semilogaritmik kağıtta değerlendirilmesi.



Şekil-48: Potometrik okumaların logaritmik kağıtta değerlendirilmesi.

Potometrede yapılan okumalar optik densite olarak elde edilmiş ise bu değerler logaritmik kağıda işlenerek sıfırdan başlayıp gittikçe yükselen bir doğru elde edilir (Şekil-50).



Şekil-50: Fotometrik okumaların logaritmik kağıtta değerlendirilmesi.

Analiz sırasında elde edilen fotometrik okumalar $\% T$ ile optik densiteye çevirdikten sonra kurva faktörü hesaplanarak değerlendirme yapılır. Örneğin;

Kannda fosfor tayini yapmak için, önce kan santrifüj edilerek serumu ayrılır. Yöntem gereği aşağıdaki işlemler uygulanır.

1 ml serum + 4 ml trikloroasetik asit

1 ml filtrat + 9 ml distile su

elde edilen örnekten 1.0 ml alıp standart seri ile birlikte aşağıdaki işlemler uygulanır. Ve 10 dakika içinde 650 nm dalga boyunda fotometrede okunur.

1	2	3	4	5	6	N : Tüp No
-	-	-	-	-	-	1.0 : ml serum
0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	- : ml fotok. çar.
14.0	13.5	13.0	12.5	12.0	11.5	13.0 : ml saf su
4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0 : ml Mol. SÜLİA
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0 : ml SnCl ₂
-	9.19	18.38	27.57	36.76	45.96	35.50 : OD
-	0.0625	0.1250	0.1875	0.2500	0.3125	? : ppm P
-	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0P

Total seyreltme faktörü (TSF) = 5 x 10 x 20 = 1000

0.0625 ppm P	9.19 OD verirse	0.1250 ppm P	18.38 OD
x	1.00 OD	x	1.00 OD

$$x = \frac{0.0625}{9.19}$$

$$x = 0.0068$$

$$x = \frac{0.1250}{18.38}$$

$$x = 0.0068$$

Kurve Faktörü (CF) = ortalama 0.0068 olarak bulunur.
Oranlık miktar okunmuş değer (N OD) 35.50 ise;

$$\text{ppm P} = \text{OD} \times \text{TSF} \times \text{CF}$$

$$\text{ppm P} = 35.50 \times 1000 \times 0.0068$$

$$\text{ppm P} = 241.4 \text{ (}\mu\text{g/ml)}$$

$$\% \text{ P} = \frac{\text{ppm P}}{10000}$$

$$\% \text{ P} = 0.0241$$

Kurve faktörü değerleri eşit olmadığı durumlarda standart eğri çizilerek değerlendirme yapılır.

Standart eğrinin hazırlanmasında dikkat edilecek noktaları:

1. Yönteme göre standart maddeler hazırlanır.
2. Belirli miktarlarda alınan standartlara test reaktiflerinde belirli miktarlarda katılır.
3. Örneklerde uygulanan teknikler standartlarda da uygulanır.
4. Herkili maddelerin haline gelen standart serinin her birinde Hlorok'e karşı belirli dalga boyunda okunmalar yapıp kaydedilir.

Bilimsel kağıt üzerinde, ordinat eksenine absorbans değerleri, apsis eksenine ise ölçülen çözeltilerin konsantrasyonları işaretilenir. Keniye noktalarını birleştiren hat standart eğriyi verir.

Semilogaritmik kağıt varsa, % Transmittans (T) değerleri işaretlenerek kurve çizilir. Bu kurveler çizildikten sonra kurve cetveli veya hesap cetveli hazırlanabilir.

Fotometre seçimiinde dikkat edilecek noktalar;

1. Basıs tayini yapılacak fotometrelerde max. ışık dalga boyu 340 nm olmalı.
2. Rutin çalışmalarında 400-700 nm dalga boyunda filtreler kullanılmalı,
3. Fotometrenin kendi kuvvetlerinden başka 1 cm kalınlığında 0.5-1 ml hacminde küçük kutu vetler ile de ölçüm yapılabilir,
4. Okumaların açık ve net olarak yapılabildiği bir skalası olmalı,
5. Kullanma tekniği basit olmalı,
6. Işık lambası kolayca değiştirilebilmeli
7. İyi bir voltaj stabilizatörü bulunmalıdır.

5.4. KROMATOGRAFİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Kromatografik yöntemlerde esas, bir karışımı oluşturan unsurları birbirinden ayırıp, ayrı ayrı yerlerde toplamak ve izole ederek teğhis etmektir. Ayırma, izole ve teğhis işlemlerinden sonra, miktarlar fiziksel ve kimyasal yöntemlerle saptanmaktadır. Genel olarak kromatografi, erime veya gaz halindeki karışımların ayrılmasıdır ve tamamen fizikseldir. Yöntem içerisinde kimyasal bir değişme yoktur. Ancak işlem sonunda verilerin değerlendirilmesinde miktar tesbitinde kimyasal reaksiyonlardan yararlanılır. Bu nedenle bu teknik, fiziksel-kimyasal analiz yöntemleri grubunda açıklanmaktadır.

Örneğin, dağılım kromatografisinde ayrılan unsurların dağılım katsayılarından faydalanılır. Bir maddenin çözeltili birbiriyle karışmayan bir çözücü ile çalkalanırsa, her iki çözücünün konsantrasyonları arasındaki oran dağılım katsayısını veren bir konstanttir. Buna dayanarak kolon ve kağıt kromatografileri uygulanır.

Kalın kromatografisinde taşıyıcı olarak sıvı faz kullanılır. İkinci sıvı faz tıkanma üzerinden geçirilir. Kağıt kromatografisinde taşıyıcı filtre kağıdır. Kapiller kuvvet sisteminde göre üzerinden ikinci bir sıvı faz geçirilir.

Bir basın kromatografi yönteminde, çözeltideki iyonları aktifir. Yani bir çözelti içerisindeki iyonlar, çözeltideki maddelerin bünyelerindeki iyonlarla yer değiştirirler. Yani çözelti içerisindeki iyonlar arasında bir hareket vardır. Çözeltide bir iyon değiştiriciye bağlanırken diğeri serbest kalır v.b. şekilde devam eder. Taşıyıcı iyonlara göre kation ve anyon değiştiriciler diye iki gruba ayrılırlar ki bu olay tamamen kimyasal bir olaydır.

Uçucu maddelerin analizi için gaz kromatografisi kullanılır. Bu yöntem, uçucu olmayan maddelerde de uygun kimyasal işlemlerle uçucu bileşikler haline getirilip, uygulanabilmektedir.

6. BİYOLOJİK ANALİZ TEKNİKLERİ

6.1. Laboratuvar Hayvanları Hakkında Genel Bilgi

Deney hayvanı olarak kullanılan laboratuvar hayvanları evcil hayvanlar gibi birtakım fizyolojik koşullara bağlı olduklarından, yaşamlarını sürdürebilmeleri, gelişebilmeleri ve üsl verebilmeleri için beslenmeleri gerekir. Bunlarında diğer hayvanlarla olduğu gibi protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler, vitaminler gibi besin maddelerine gereksinimleri vardır.

Evcil hayvanlar beslenme özelliklerine göre üç grupta toplanırlar;

- a) Karnivorlar : Et yiyenler (Kedi, Köpek)
- b) Herbivorlar : Ot yiyenler (Ruminantlar)
- c) Omnivorlar : Et ve ot yiyenler (Domuz, Tavuk)

Laboratuvar hayvanları beslenme özelliklerine göre vitamin ve aminoasitlerini vücutlarında sentezleyiş sentezleyemediklerine göre iki grupta toplanırlar;

- a) Bazı amino asitlerini ve vitaminleri sentezleyemeyenler (Fare, sıçan ve tavuk)
- b) Bazı amino asitlerini ve vitaminleri sentezleyebilenler (Kobay, tavşan)

6.2. Laboratuvar Hayvanlarının Beslenmesi

Diğer hayvanların beslenmelerinde uygulanan tüm prensipler bunlarda da uygulanmaktadır. Laboratuvar hayvanlarının beslenmesinde aşağıdaki yemler kullanılır.

- a) Kuru otlar, mısır yemleri, havuç ve pancar gibi yumru yemler
- b) Mısır, arpa, çavdar gibi hububatlar
- c) Hira mayası, yonca gibi bitkisel protein kaynakları
- d) Balık unu, kas ve et unu, süt gibi hayvansal orijinal protein kaynakları
- e) Selüloz türemleri düşük yeşil yemler
- f) $CaCl_2$, kemik unu, K_2SO_4 gibi mineral maddeler
- g) Balık yağı gibi vitamin kaynakları ve vitamin karmaları

Not: Laboratuvar hayvanlarına, gelişmesini tamamlanmış körpe mer'a otları ve çayır gibi yeşil yemler kesinlikle verilmemelidir. Bu bitkiler bünyelerinde fazla miktarda amid maddelerini bulundurmalarından hayvanların sindirim kanalında bozukluklar meydana getirirler.

6.3. Laboratuvar Hayvanları

6.3.1. Fare (The Mouse)

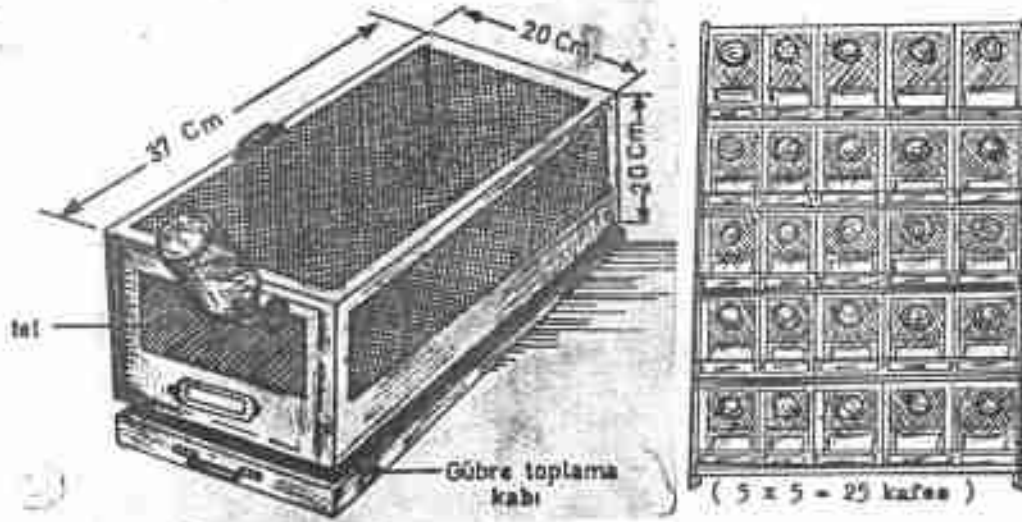
Fareler, memeli hayvanların, Kemirgenler takımından, muridae familyasındadırlar. Laboratuvarında deney hayvanı olarak daha ziyade Swiss albino (Isviçre beyaz faresi) kullanılmaktadır. 30-35 g ağırlığına beyaz laboratuvar hayvanıdır.

Fare iyi havalandırılan, ceseyimsiz yerde yetiştirilmelidir. 18-24°C sıcaklık ile % 45-55 nisbi nem uygun yaşama şartıdır.

Fareler genel olarak grup halinde beslenirler. Özellikle fare grupları ayrılıp, süt verme döneminin sonuna kadar yavruları ile birlikte aynı bir yerde bulundurulmalıdır. Gürültü ve yavrularına direkt temas, annenin yavrusunu yeme ihtimalini artırır.

Fare kafesleri, denemenin özelliğine göre değişmekle beraber genelde yemlik ve suluşu bulunan (Şekil-51) teminlenmesi kolay, emaye veya plastiğten yapılan kafeslerdir. Tahta kafesler de yapılmakla beraber pek tavsiye edilmez. Kafeslerin teminlenmesi için 20-100 g lık bir paket Kitanol, 25-50 lt suya eritilip % 0.5 veya % 0.2 lik selenen, % 0.2 lik Isotex eriyikleri karıştırılarak, 24 saat bu eriyik içerisinde tutulmalı, sonra su ile yıkanıp, kurutulmalıdır. Genelde kafesler rance tipindedirler (Şekil-52). Fareler, alt çeneleri kısa, üst çeneleri uzun olduğundan suluşları yukarıdan aşağıya doğru eğimli bir sistemden içmeleri daha uygun olmaktadır.

Yetiştirilme amaçlarına göre fare kafeslerinin ölçüleri aşağıdaki cetvelde verilmiştir (Cetvel-3).



Şekil-51: Fareler için çeneme kafesi.
(Çalışkaner,1973).

Şekil-52:Fare kafeslerinin
yerleştirildiği ransa.

Çizelge-3 : Yetiştirilme amacına göre kafeslerin ölçüleri, cm

Amaç	Hayvan Sayısı	Geniçlik	Uzunluk	Yükseklik
Damızlık	2 (ED+12Y)	15	30	15
Büyütme	10-15	30	45	15
Deneme	3-5	20	30	15

Açık tel örgülü kafesler kısa zamanlı gelişmelerde, metal, plastik ve cam kafesler yetiştirme amacıyla kullanılabilirler. Yataklık olarak ince tuluğ, saman, kağıt kırıntıları, doğum sırasında pamuk kullanılır.

Farelerde olgunluk müddeti diğillerde 60 gün, erkeklerde 120 gündür. Östrüs devresi 4-5 gün, gebelik periyodu 19-20 gün, laktasyon süresi 16-21 gündür. Diğiller, yavrularını beslemek için gebelik müddetlerini 6-16 gün uzatabilirler. Bir batında 2-24 yavru doğabilir. Ancak 10 aktif meme bulunduğundan, doğumdan 2-3 gün sonra 10-12 yavrudan fazla beslenemez. Bu suretle kanibalizm gelişmiş olur.

Yeni doğan yavru tüyüks, gözleri kapalı, 1.5 gram ağırlığındadır. Doğumdan hemen sonra memelerini emmeye başlarlar. Tüy gelişmesi 3-4.günde başlayıp 7. günde tamamlanır. Dişler 11. günde görünür. Gözler 12-13. günlerde açılır. Gözü açılan yavrular katı yem yiyebilirler. Katı yem yemeye başlayan yavrular 16.günde süttan kesilebilir fakat süttan kesin, bilhassa damızlığa ayrılacak yavrularda 21.gün olmalıdır.

Fareler göçetli ve 8ni gürültüde, aç kaldıklarında yavrularını veya birbirlerini yerler. Bu gereksinimleri çok olduğundan kafeste devamlı su bulundurulmalıdır. Bir fare günde 5-8 gram yem yer. Besin maddesi gereksinimini karşılayacak şekilde hazırlanan rasyonlarla beslenmelidir. Dengesiz besleme tüm canlılarda olduğu gibi etkilidir. Ayrıca bunlarda hayat periyodu kısa olduğundan semptomlar derhal kendini göstermektedir. Farelerin besin maddesi gereksinimleri aşağıda bildirilmektedir (Detvel-4).

Detvel-4 : Farelerin besin maddesi gereksinim miktarları

Besin Maddeleri	Gereksinim Miktarı
<u>Protein, %</u>	23 - 30
Fenilalanin, %	0.7-3
Histidin, %	0.4
Lizin, %	0.1
Lösin, %	0.5
Metiyenin, %	0.6
Valin, %	0.7
Triptofan, %	0.2
Treonin, %	0.6
Izoleüsin, %	0.5
Arginin, %	0.2
<u>Karbonhidrat, %</u>	48 - 52
Sellüloz, %	4 - 5

Çizelge-4'ün devamı

Besin Maddeleri	Gereksinim Miktarı
<u>Yağ, %</u>	6 - 9
<u>Mineral Maddeler</u>	
Ca	0.9 %
P	0.94 %
Mn	5.6 mg/kg
I	1.3 "
Fe	300 "
Zn	0.31 "
Co	400 "
Cu	0.7 "
<u>Vitaminler</u>	
Vitamin A	300 IU/kg
Vitamin D	1000 "
Riboflavin (B ₂)	8.0 mg/kg
Tiyamin (B ₁)	3.0 "
Ca - pantothenat	10.0 "
Vitamin B ₁₂	40.0 mcg/kg
Vitamin E	60.0 mg/kg
Niasin	10.0 "
Kolin	1500 "
<u>Üretken Enerji</u>	660 Cal./kg

Çizelge-4 de görülen besin maddeleri gereksinim miktarlarını kapatacak şekilde tertiplenmiş besin bir yem karışımı aşağıda verilmiştir (Çizelge-5).

Tablo-5) : Fare rasyonunun kompozisyonu

Yemin Cinsi	%
Öğütülmüş kara mısır	45,2
Buğday kepeği	5,8
Öğütülmüş yulaf	12,6
Yonca unu (% 17 protein)	3,2
Pamuk tohumu küspesi (% 36 protein)	4,0
Ayçiçeği tohumu küspesi (% 21 protein)	4,9
Malaz	5,8
Arpa filizi	0,9
Balık unu	6,8
Et-kemik unu	6,8
Ön karma (x)	2,0
CaCO ₃	0,9
Tuz	0,5

(x) Ön karma: %1 Tramiz-2, %1 Ravimix karışımından hazırlanır.

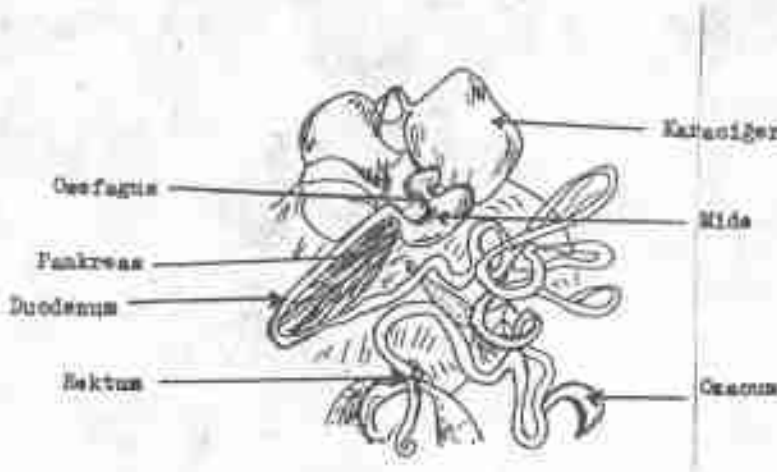
Paraların anatomik yapılarına uygun olarak yemlerinin pellet halinde verilmesi daha yararlı olmaktadır.

Paraların anatomisi :

Boşun boşluğunda, tam ortada (Yekil-53) kalp, sağ ve solun olmak üzere iki kısımda da akciğerler bulunur. Sağ iki, sol üç lobun meydana gelmiştir. Bronşler çok kısadır ve kalbin arkasındadır.

Karın boşluğunda karaciğer, mide, dalak, pankreas, bağırsaklar ve bubreklar yerleşmiştir. Karaciğer iki lob halinde, mideyi örtmüş bir vaziyettedir. İki lob arasında safra kesesi bulunur. Mide, karaciğerin altında, 1-1.5 cm uzunluğunda bir organdır. Dalak midenin sol tarafında ve mideye yapışık ince, küçük bir perit halindedir. Pankreas midenin altında, yaygın bir şerhindedir. Bağırsaklar aynı görünüş ve aynı kalınlıkta, duodenumdan rektuma kadar uzundur. Büyüğe bir mesane bulunur. Sağ ve

unlu olmak üzere iki böbrekten sağdaki soldanından biraz yukarıdır. Erkeklerde testisler dişilerde oviduktüsler bulunur.



Şekil-53: Farenin anatomik görünüşü.

Fizyolojik özellikleri :

30g ağırlığındaki bir farenin kan volümü ortalama 2.4 ml dir. Kanama müddeti 50-60 saniye, protrombin zamanı 2-3 dakikadır. Alyuvar şekli ve büyüklüğü kobay ve tavşanların alyuvarlarına benzer.

Eritrosit miktarı	6.030.000 - 14.000.000
Eritrosit büyüklüğü	5.7 mikron
Hemoglobin	74 - 105 %
Lökosit miktarı	7.500 - 16.200 mm ³ kanıta
Trombosit miktarı	157.000 - 412.000

Farslerden kan, kalpten (1 veya 2 ml lik giriyorsa, 25-27 no lu iğne ile) kuyruk ucundan ve gösten alınır (Bak. s.19-20). Anestesi için hayvan ya eterle bayıltılır veya kuyruk ucundan tutup, merkezi kuyruk ucu olacak şekilde 1-2 kez ağıza girdirilerek, arzu edilen ankinlik sağlanır.

Farelerin seks tayini, erginlerde çok kolaydır. Avuç içinde (Sk. sahife 20) tutulan farenin üstten karnın altına doğru bakıldığında 1 cm ilerde küçük bir çukurluk görülür. Bu çukurluk çok belirgin ise erkek, küçük ise ve de anüs tarafında bir delik varsa diğidir. Dişilerde ayrıca memeler belirgindir. Yavrularda ve süten yeni kesilenlerde seks tayini oldukça güç olmaktadır. Bunlarda çukurluk çok küçük delik belirginidir. Ancak çukurluğa hafifçe bastırılırsa delik açılır ve hayvan idrarını yapar. Eğer idrar, çukurluğun tam dibinden geliyor ise dişi, çukurluğun ucundan geliyor ise erkektir.

6.].2. Sığır (The Rat)

Sığır, memeli hayvanların, kemirgenler takımından, muridae familyasındanlardır. Farelere benzer fakat daha büyük ve daha kuvvetli, daha hareketlidirler. Laboratuvar çalışmaları daha fazla dikkat isteyen deney hayvanlarıdır. Uzun ve kalın kuyrukları, 10-12 adet memeleri ile çeşitli renkte olanları bulunmakla beraber deney hayvanı olarak genellikle beyaz renkli olanları yetiştirilmektedir. Koloniler halinde yetiştirilirler. Denemenin süreliğine göre değişmekle beraber en az bir erkek bir dişi olmak üzere, genelde dört dişi bir erkek olarak bulundurulurlar. Farelerde olduğu gibi doğmadan önce hemise rat ayrı bir bölüme alınıp yavrularına beslemesi sağlanır. Yetiştirilme şartı ve kafesleri farelerdeki gibidir. Ancak yetiştirme amacına göre değişen öneriler aşağıda görülmektedir(Cetvel-6).

Cetvel-6 : Yetiştirme amacına göre ratlarda kafes ölçüleri, cm

Amac	Hayvan sayısı	Geniçlik	Yükseklik	Uzunluk
Hamislik	1 H + 6 Y	20	20	30
Büyütme	15	50	25	60
Deney	1 E 1 D	20	20	30

Yataklık olarak, farelerde olduğu gibi, normal talaş, ince saman talaşı (sap), öğütülmüş mısır koçası vb., doğum sırasında pamuk kullanılabilir. Az ışıklı, gürültüde ve ceryansız yerlerde yetiştirilmelidirler.

Fiziksel gelişme diğilerde 75-100 gün, erkeklerde 120-180 gündür. Oestrus devresi 5 gün, kırgınlık periyodu 14 saatir. Gebelik müddetleri 21, laktasyon 21 gündür. 3-4. günde yavru tüylenmeye başlar, 8-9. günlerde tamamlanır. 11-12. günlerde dişler çıkar, 13-14. günlerde gözler açılır. Yavrular 30. günde anadan ayrılabilirler. Gelişme periyotları aşağıda görülmektedir.

Yeni doğan yavru	7	gram
15 günlük yavru	20	"
1 aylık rat	40-45	"
2 " "	75-80	"
3 " "	90-110	"
12 " "	120-130	"

Cerrahi araştırmalarda kullanılan ratlar 300 gramın üzerine çıkabilirler.

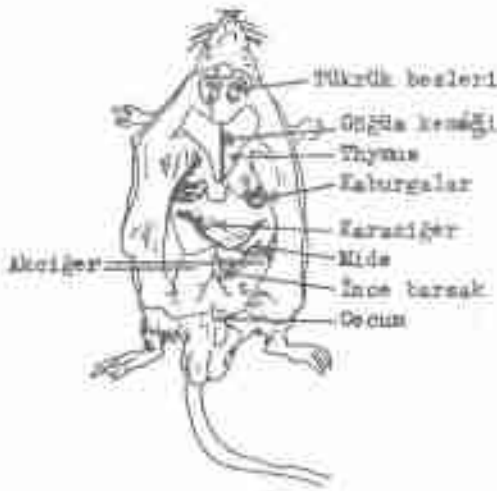
Genel olarak günde 12-15 gram yem yerler. Yem ve su devamlı olarak bulundurulmalıdır. Yem bulamayan rat birbirini veya yavrularını yer, kannibalizme sebebiyet verilir. Beslenme-leri farelerde olduğu gibidir.

Mat'ların anatomisi :

Göğüs boşluğunda tam ortada (Şekil-54) kalp ve sağlı sollu iki parçadan meydana gelen akciğer bulunur. Akciğerin sağ parçası 4 lobtan, sol parçası ise bir büyük lobtan meydana gelmiştir.

Karın boşluğunda, 4 lobtan meydana gelen midneyi üstte vaziyette bulunan, safra kesesi olmayan karaciğer bulunur. Safra kesesinin ödeyini karaciğer loblarından biri yapar. Mideden sonra dalak bulunur. Dalak ince ve uzundur. Mide-dalak ve duodenum arasında dentel gibi yayılıp bir kanalla duodenuma açılan pankreas yer alır. U harfine benzeyen duodenum , pankreasın

stresini uyarır. Bağırsaklar, ileum, cecum, kolon ve rektumla son bulur. Sağ ve solta, sağdaki birer yukarı olmak üzere bir çift böbreklere sahiptir. Anusun hemen önünde vagina yerleşmiştir.



Şekil-54:Hamster anatomisi

Fizyolojik Özellikleri:

Kan tablosu farelerde olduğu gibidir. Protrombin zamanı 2-4 dakikadır.

Eritrosit miktarı	6 - 9 milyon /mm ³ kanda
Eritrosit büyüklüğü	5.7 - 7.0 mikron
Lökosit miktarı	15.000
Hemoglobin (Sahli)	§ 63-120
Trombosit	850.000 - 1.200.000/mm ³

Kan, kalpten, göğsün, kuyruk ucundan ve kuyruk üzerindeki damarlardan alınır. Teknik, farelerde olduğu gibidir. Bunlarda iyeme daha şiddetli olduğundan daha fazla dikkat etmelidir.

6.3.3. Hamster

Avrupa ve Asya'da ilmi bölgelelerde bulunur. 60 dan fazla varyetesi olmakla beraber laboratuvar hayvanı olarak;

- a) Golden hamster (Suriye hamsteri)
- b) Siyah karınlı hamster (Avrupa Hamsteri)
- c) Gri hamster (Çin hamsteri)

kullanılmaktadır. İyi bir deney hayvanı olan hamsterin uç çeşidine ait bazı özellikler Cetvel-7 de verilmiştir.

Cetvel-7 : Farklı hamster çeşitlerinin özellikleri

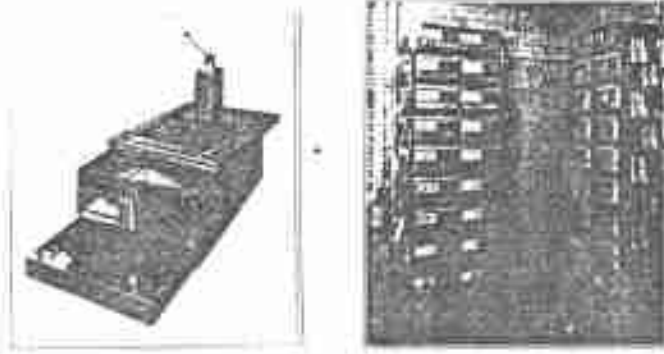
Özellikler	Golden hamster	Siyah karınlı	Gri Hamster
Tüy rengi	Kırmızımsı kahve- rengi, alt kısmı çok açık gri	Siyah-açık kah- verengi alt kısmı beyaz	Sırt orta- da siyah çingir,di- ğer kısımları gri
Renk varyetesi	Kren, alaca, al- tino, karışık gri	Çeşitli	-
Eme sayısı	14 -22	8	8
Yavru sayısı	4 - 10	4-10	4-10
Gebelik süresi	16 gün	16 gün	20-21 gün

Hamsterler tabiiatta toprak içerisinde yaşarlar. Kuyrukları kısa, yanaklarında osep gibi boşlukları vardır. Yem taşımaya yararlar.

İlg. karınlık deneyimsiz havalandırılabilir yerlerde yetiştirilmelidir. 20-27°C sıcaklık, 50-60 nisbi nem en uygun ortamdır. Yetiştirme bölmeleri 12-14 saat periyotlu tabii veya yapay ışıkla aydınlatılmalıdır. Kafesler, ortadan bölmeli iki günden meydana gelmiştir(Şekil-55).Kafes ölçüleri Cetvel-8 de verilmiştir.

Cetvel-8 : Hamster kafeslerinin ölçüleri, cm

Amaç	Hayvan sayısı	Genişlik	Yükseklik	Uzunluk
Büyütme	1 D + 8 Y	25	15	50
Danama	8-10 E veya D	60	20	60



Şekil-55: Hamster için şeel kafes ile kafes blok(Farris,1967).

Yataklık olarak taleş, öğütülmüş mısır keçesi v.b. kullanılır. Beslemeleri buğday, mısır, arpa gibi dane yemler, haçlanmış ve kıyılmış patates, yeşil yem olarak marul, havuç ve kuzak ile olmaktadır. Ticaret yemleriyle beslenmedikleri zaman vitamin gereksinimlerini karşılamak için zaman zaman balık yağına besirilmiş ekzek verilebilir. Yem, az az taze olarak hazırlanmalıdır. Yavrulara, öğütülmüş hububat danaları verilmelidir. Hat ve farelerdeki esaslarla beslenirler.

Dişi hamster doğumdan sonra yavrularının yanına yem deposu hazırlar. Bunu kaldırmak doğru olmaz. Aksi takdirde ana yavruyu besar ve yavruları ile ilgilenmez. Usimi soya gereksinimleri vardır.

Hamsterler kısın çiftleşmezler ve birbirini yaralarlar. Bu nedenle Ekim-Mart aylarında 6 ay erkek ve dişiler birbirlerinden ayrılarak, ayrı ayrı kafeslere konmalıdırlar. Erkek ve dişi bir kafese konduklarında, birinci gün devamlı olarak kontrol edilmelidir . İlk günde doğum oluruz derhal ayrılmalı birkaç gün sonra tekrar denemelidir. Anlaşılana hamsterler 9 gün bir arada bırakılıp, sonra erkek alınarak başka kafese konmalı, dişi aynı yerde bırakılmalıdır. Gelişme devreleri, dişilerde 1 aydır.

Çiftleşmeye 2 aylıkken başlanmalıdır. 2-10 ay arası dişilerde en verimli devredir. 12 aydan sonra verim düşer. Erkeklerde olgunluk 6-12 aylık dönemdir. 1 yaşında erkek maksimum verimdedir.

Hamsterlerin gebelik dönemi 16 gündür, 10. günden itibaren kolayca saptanabilir. Senede 3-4 defa doğum yapabilirler. Her sefer 4-10 yavru doğururlar. Erki hamsterde gebelik süresi 20-22 gündür.

Yeni doğan yavru dişli ve tüylüdür. Göz ve kulakları kapalıdır. 4-5. günlerde kulakları açılır. 7-12. günlerde yem aramaya başlarlar. 15. gün gözleri açılır. Analarından 20-25. günlerde ayrılırlar. Ana, birkaç gün dinlendikten sonra tekrar çiftleştirilebilir.

Analarından ayrılan yavrolar (erkek ve dişiler) gruplar halinde kafeslere konabilirler. Ancak yaş farkları fazla olmamalıdır.

Toplu yetiştirmelerde 4 dişi 1 erkek birlikte aynı yere konabilirler.

6.3.4. Kobay (The Guinea Pig)

Laboratuvarın en çok kullanılan hayvanlarından biridir. Guinea adalarında en çok olarak yaşar. Almanlar Hint domuzu diye isimlendirirler.

Havalandırılabilen, cereyansız yerlerde yetiştirilirler. 20-23°C sıcaklık, % 45-55 nisbi nem uygun şartlardır. Kafeslerin, metal veya metal-tel olması tercih edilir. Yetiştirme amacına göre kafes ölçüleri Cctvel-3'de verilmiştir.

Tablo-9 : Kobaylarda kafes ölçüleri, cm

Amacı	Hayvan Sayısı	Geniçlik	Yükseklik	Uzunluk
Damsızlık	3-5 Dişi+6-8Y	60	30	75
Büyütme	12	60	30	75
Deneme	2-4	30	30	45

Yetiştirmede, 3-5 Dişi + 1 Erkek kodur. Damsızlık yaşı dişilerde 100. gün, erkeklerde 180 gündür. Kobaylarda oestrus devresi 12-18 gün, gebelik müddeti 59-70 gün, laktasyon müddeti 15-20 gündür. Gebe hayvanlar ayrı bölmeye alınabildikleri gibi birlikte de kalabilirler.

Yeni doğan yavruların gökleri açık, hareketli, tüylü ve iki adet kesici dişi vardır. Doğum ağırlığı 60-70 gramdır ve gelişmeleri hızlıdır.

İlk ayda	günde	5.0 gram	
2.	"	3.9 "	
3-4.	"	3.3 "	
5-6.	"	2.0 "	ağırlık kazanırlar.

Kobaylar 1. doğumda 2-3 yavru, sonraki doğumlarda 8 yavru doğururlar. Bir dişi bir yılda 3-4 defa doğum yapar. Doğumdan birkaç gün sonra tekrar gebe kalabilir. Böyle durumlarda ana ve yavrular ayrı bölmeye alınmalıdır.

2 yaşındaki kobaylar denemeye alınmaz. Ömürleri 3-5 yıldır. Araştırmada 500-600 gramlık kobaylar kullanılır. Bunlar cerrahi ve fizyolojik çalışmalarda değerlendirilirler.

Yemleme kobaylarda farklıdır. Günde 2 kez yenlenirler. Sabah saat 8.00 de kuru yem, akşamları 15.00 de yeşil yem verilir. Su gereksinimleri yeşil yemlerden karşılandığından su içmezler. Yem su verilebilir.

Kobaylar gündüzleri yer, geceleri kemirirler. Beslenmeleri yaz ve kış farklı olmaktadır.

Yazın (Mayıs-Ekim); taze yonca, arpa-yulaf veya kepek, vb.

Kıyın ; iyi kalite kuru ot, pancar, havuç
marul, ispanak, v.b. ile beslenirler.

Kobayların vitamin-C ye gereksinimi çok fazla olduğundan bunların C vitamini dışardan mutlaka verilmelidir. Olgun bir kobay için yem ve kış beslenmesinde iki rasyon örneği aşağıda verilmiştir.

Yaz : Yulaf veya arpa 25 g
Taze yonca 200 g
Yazın 350 grama kadar yeşillik verilebilir.

Kış : Yulaf veya arpa 25 g
Pancar veya havuç 100 g
Kuru ot (iyi kalite) 10 g

Bir kobaya ağırlığının 1/3 kadar yem verilebilir. Yeni anadan ayrılmış otlara günde 3-4 gram, genç kobaylara günde 5-6 g artırmak suretiyle yem vereli, bu miktar 350 g : geçmelidir. Yem aylarında taze yeşil yemlere ilaveten ayıklanmış sebze artıkları, arpa-yulaf ile birlikte eklemek kirintileri de verilebilir.

Kış aylarında, haftada 2 kez çimlendirilmiş arpa, yulaf veya mısır daneleri öğütülür.

Yukarıda anlatılan tabii yemlerle besleme yanında, karma yemlerle rasyonun besleme de yapılmalıdır. Yani yeşillikler, havuç-pancar gibi yumru yemler, iyi kalite kuru ot ile beraber (arpa-yulaf v.b. yemler-yem) ticari yemler kullanılmalıdır.

Kobay yemlerinde, temel besin maddeleri olan protein, yağ karbonhidrat ile mineral maddeler ve vitaminler de bulunmalıdır. Genel olarak rasyonların içeriği aşağıdaki gibi olmalıdır.

Biyolojik kaynaklı protein	16
Yağ	2 - 3
Selüloz	10 - 15
Şeker	40 - 45
Ca	1.5
P	0.75

Molaylar için iki karma yem kompozisyonu aşağıda verilmiştir.

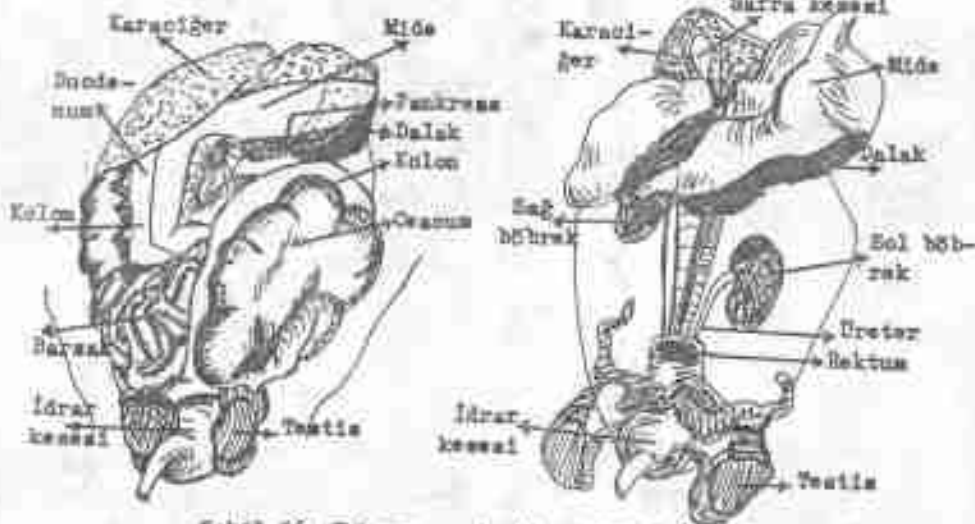
(1)	Yemler	g
	Üçünlü mısır	40.0
	Üçünlü buğday	25.0
	Üçünlü yulaf	10.0
	Keten tohumu küpesi	10.0
	Yonca	6.0
	Pt unu	5.3
	Kemik unu	2.0
	Na Cl	0.5
	CaO ₃	1.0
	Ön karm ^(xx)	0.2
		<hr/> 100.0

(2)	Yemler	g
	Üçünlü mısır	35.0
	" buğday	25.0
	" yulaf	12.5
	Yonca	14.0
	Buğday kepeği	9.0
	Ayçiçeği tohumu küpesi	8.0
	Balık unu	5.0
	KCl	0.5
	CaO ₃	0.8
	Ön karm ^(xx)	0.2
		<hr/> 100.0

(xx) Ön karmış Tra-min-2 , 0.100 ; Rovimix, 0.100 g rasyona

Kobayların anatomisi :

Üstün kafesi içerisinde kalp ve akciğer bulunur. Sağ akciğer 4, sol akciğer 3 lobdan meydana gelmiştir (Şekil-56).



Şekil-56: Kobayın anatomik görünüşü (Bourdon, 1973).

Karın boşluğunda karaciğer, mide, dalak, pankreas, böbrekler ve barsaklar bulunur. Karaciğer sağ ve solda olmak üzere iki lobdan meydana gelmiştir. Sağ, büyük ve 3 parçalıdır. Safra kesesi burada bulunur. Mide, karaciğerin altındadır. Mideye yapışık konumda ince, sıssı ve küçük t. r. dalak bulunur. Pankreas duodenuma yapışık 8-10 cm uzunluğundadır. Böbrekler sağlı-sollu olarak iki tanedir. Herse, sağ ve solda olmak üzere 2 adettir.

Fizyolojik özellikleri :

Yetişkin bir kobayda ortalama 25 ml kan bulunur. Çok miktarda kan boğaz bölgesinden alınır. Pter anastomizi uygulanır. Kesilen damardan tüp içerisine kan alınır. Az miktarda kan, kalpten 2 no.lu iğne ile alınabilir.

Eritrosit miktarı	4,5 -5,5 milyon/mm ³ kanda
Eritrosit büyüklüğü	6 mikron
Lökosit miktarı	4.000 - 7.000

Kalıptan 5 ml kan alınabilir. İkinci kez kalıptan kan almak için 8 gün geçmelidir. Kalıptan kan almak için, göğüs bölgesinde, kalp atıplarının duyulduğu yere, iğnenin 1 cm girmesi yeterlidir. İğne kalp içerisinde iken hayvan hareket ederse derhal iğne çıkarılmalıdır. Eğer kalp yırtılabilir. Kan alınan hayvan halsiz kalabilir. Böyle durumlarda kalp bölgesine ve göğüsne reçük su sermeli veya deri altına 10 ml serum fizyolojik enjekte etmelidir.

5.3.5. Tavşan (The Rabbit)

En çok kullanılan bir laboratuvar hayvanıdır. Kemirgenlerdendir. Havalandırılabilen, cerezane ve rutabeteiz yerde yetiştirilmelidir. Yeni doğanlar ve hamile tavşanlar sıcağı sevmezler. 18 -24°C sıcaklıktaki ortam normaldir. Kışın 10°C'nin altına düşmemelidir. Genel olarak serbest yaşayan tavşanlara ancak doğum sırasında kafes gerekmektedir. Kafesler beton veya metal olabilir. Yetiştirme amaçına göre kafes ölçüleri aşağıda verilmiştir(Cetvel-10).

Cetvel-10 : Tavşanlarda kafes ölçüleri, cm

Amaç	Hayvan Sayısı	Geniçlik	Yükseklik	Uzunluk
Damızlık	18 veya 10	45	45	75
Büyütme	8	75	45	90
Deneme	1	50	38	55
Yuva	10+Yavrular	30	30	40

Çabuk üreyen hayvanlardır. Bir tavşan 4-5 doğum yapabilir. İlk doğumta 1-2, ikinci doğumlarda 6-10 yavru vermektedir. 6-8 yavru bir ana için normal olmasına karşın 8-10 yavruun bazı maddeleri vardır. Bu nedenle az yavrulu bir annenin yavruları arasına 2 yavru katılabilir. Tavşanlarda mevsime bağlılık yoktur. Her mevsimde üreme olabilir. Dişilerde Mayıs-Aralık en uygun dönemdir. Haziran-Eylül arasında döllenme sayıf, Eylül-Ekims arasında çiftleşme çok az olmaktadır.

Erkekler 3.5-4 aylıkken cinsel olgunluk yaşına gelirler. Fakat hamızlıkta kullanılmak doğru değildir. Aktif devre erkeklerde 7-8 ay, dişilerde 9-10 aydır. Gebelik müddeti 31-33 gündür. Çiftleştirilen dişiler 10. gündən itibaren gebelik kontrolü yapılmalıdır. Aksi halde yavru stma görülür. Doğumdan 3-4 gün önce altlığı değiştirilip yumuşak yataklık konulmalı, kendi tüyleri ile yuva hazırlamayan ananın bölmesine doğuma 1-2 gün kala tüyden yuva hazırlanmalıdır.

Yeni doğan yavruların gözleri kapalı ve tüysüzdür. 11. gün gözler açılır. Açılmadığı takdirde salak pamuk ile yardımcı olmalıdır. 18-20. gün yavru yem arar. Yavrulara sütle ıslatılmış kepek lapası ve balık yağından yapılan bir karma verilmesi öğütlenir. Yem verilmeyen hayvanlar yataklıklarını kemirirler. Yavrular analarının yanında 6-8 hafta kalırlar.

Tavşanlara günde 2 kez, sabah saat 8.00 de ticari yem karması, öğleden sonra saat 16.00 de yeşil yem, verilmelidir. Yavrular günde 3 kez yenilmelidir.

Tavşanların mideleri oldukça gelişmiş barokları oldukça uzundur. Bir tavşan günde 600 g yeşillik ile beraber 200-300g havuç veya pancar ziyebilir. Genelde bir tavşan günde ağırlığının 1/3 i kadar yem yer. Yeşil yem ve sebzeleri, yap ve kuru otları, yumru yemleri severek tüketirler.

Tavşanların bazı özel zevkleri vardır. Örneğin, yeşil yem ve sebzeleri severek yedikleri halde, yeşil fasulye ve nohutu sevmezler. Pişmiş yer almasını yemezler, pişmiş ve kepek ile karıştırılmış olmasına severek yerler.

Tavşanlar B grubu vitaminlerini sentezlediklerinden yem karmalarına katılması pek sorumlu değildir. Fakat A ve D vitaminleri ile az miktarda manganez verilmeli yeşil yem ve sebzeler eklenmemelidir. Erkek hamızlıklarıyla istirahat döneminde ve büyüme devresinde, gebe ve emziren dişilerde rasyonların besin maddesi içerikleri aşağıdaki miktarlarda olması öğütlenir (Getvel-11).

Çevre-II : Değişik periyotlarda tavşanlara sağtlenen besin maddeleri miktarları, %

Besin Maddeleri	İstirahatte erkek damızlık- lar, genç tavşanlar	Gebe ve emiren diğiler
Protein	12 - 15	16 - 20
Yağ	2 - 3	3 - 5.5
Sellüloz	20 - 27	14 - 20
N.siz Ext.Mad.	43 - 47	44 - 40

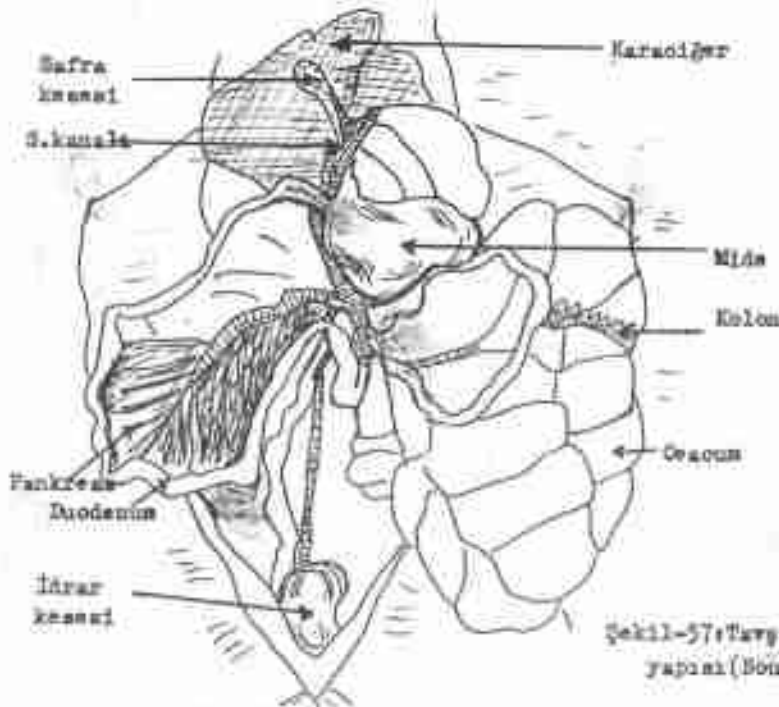
Vitamin gereksinim miktarları :

Vitamin-A : 10 000 IU	Nikotinik asit : 50 mg
Vitamin-D : 1 000 IU	Pantotenik asit : 20 mg
Vitamin-E : 40 IU	B ₆ : 2 mg
B ₁ : 2 mg	B ₁₂ : 0.01 mg
B ₂ : 6 mg	Biotin : 0.20 mg
	Kolin : 1300 mg

Tavşanların anatomisi:

Üçüncü boğluğunda kalp ve akciğer bulunur. Kalp, iki parçalı olan sol akciğer ile üç parçalı sağ akciğer arasında yerleşmiştir(Şekil-57).

Karın boğluğunda karaciğer, mide, dalak, duodenum, pankreas ve barsaklar bulunur. Mideyi örtmüş, sağlı-sollu olan karaciğer her biri iki parçalı olan iki lattan meydana gelmiştir. Safra kesesi sağ loba gömülmüş, dalak mifene yapılaşmıştır. Duodenum U şeklinde ve peştedir. Duodenum arasında bulunan pankreas beyaz renktedir. Duodenumdan sonra ince barsak gelir ve 1-2 m uzunluğunda çok kıvrımlıdır. Cecum, kolon ve anus ile son bulur. Bağırsakların altında sağlı-sollu iki böbrek bulunur.



Şekil-57: Tavşanın anatomik yapısı (Bourdon, 1973).

Fizyolojik Özellikleri :

Tavşanların kan miktarı genel olarak canlı ağırlığının 1/20 i kadardır. Fakat 2 kg ağırlığında bir tavşanın 60-70 ml, 3.5 kg ağırlığındakinin 100-110 ml kanı olduğu saptanmıştır.

Eritrosit miktarı :	3-4 haftalık yavru	4.460.000 /mm ³
	5 "	4.500.000 "
	10 "	6.320.000 "
	Olgun dişide	6.420.000 "
	Olgun erkekte	6.630.000 "

Lökosit miktarı :	Büyüme döneminde	6.000 - 8.000/mm ³
	Olgun dişide	9.180/mm ³
	Olgun erkekte	8.660/mm ³

Tavşanların kan, boyun damarından, kalpten ve kulaktan alınır. Az miktarda (1-2 damla) kan almak için kulak kenarı küçük bir yerdan kesilir (Şekil-58).



Şekil-58: Tavşanlarda kulaktan kan alma yöntemi (Gay, 1965).

Çok miktarda kan, 1-5 ml lik enjektörle kulaktan alınır. İğnenin 1.5-2 cm girmesi yeterlidir. Bir defada 20 ml den fazla kan alınmamalıdır. Kan alındıktan sonra tavşana su verilmeli, erteden bir hafta geçmeden tekrar kan alınmamalıdır.

Denemelerde tavşanlara kulak numarası takılarak işaretlenirler.

Laboratuvar hayvanı olarak kedi, köpek, maymun, rüsumantlar, hindi, tavuk, güvercin ve bildircin yetiştirilmektedir. Bunlardan rüsumantlar, hindi ve tavuk hakkında lisans eğitiminde yeterince bilgi verilmektedir. Kedi, köpek ve maymun Ülkemizde, hayvan besleme araştırmalarında çok özel durumlarda yetiştirildiği/tes burada değinilmemiştir.

5.4. Sindirim Denemeleri

Hayvanı beslemek, hayvana verilen yemde bulunan besin maddelerinin sindirim kanalının geçitli bölgelerinde, geçitli etkilerinin etkinliği parçalanması, hayvansal dokunun yapısında bulunan besin maddelerinin formunu dönüştürülmesi ve hayvanın birinci derecede yaşaması, ikinci derecede yem vermesi için gerekli enerjiyi sağlamaktır. Yem yapısında bulunan besin maddelerinin, hayvan organizmasındaki besin maddeleri formunu dönüştürmesi için önce parçalanması, şekil değiştirmesi ve barsak duvarına geçebileceği yapıya dönmesi gerekir. Yem ve hayvansal dokudaki ana besin maddeleri aynı karakterli olmasına karşın kimyasal kompozisyonları farklı olduğundan aynı şekilde saptanmazlar ve değerlendirilmezler. Örneğin, yem yapısındaki besin maddeleri laboratuvarda Van Soest Analiz yöntemiyle ölçülerek bulunabilir. Laboratuvar analiz yöntemleriyle bulunan ham besin maddelerinin, hayvanın sindirim kanalında hayvansal dokuya dahil edilebilecek forma dönüştürülmesi için maddeleri çeşitli sindirim kanallarıyla atılırlar. Su, mineral maddeler ve vitaminler büyük bir değişikliğe uğramadan emilirler. Ancak bu maddelerin hayvan organizmasında değerlendirilebilecek yapıda olmaları şarttır.

Sindirilebilir besin maddelerinin bulunabilmesi için, yemide veya rumen vaktinin laboratuvarında hazırlanması (in vitro), veya hayvana yedirmek suretiyle (in vivo), hayvanın üzerinde çeşitli ölçümlerin yapılması gerekir.

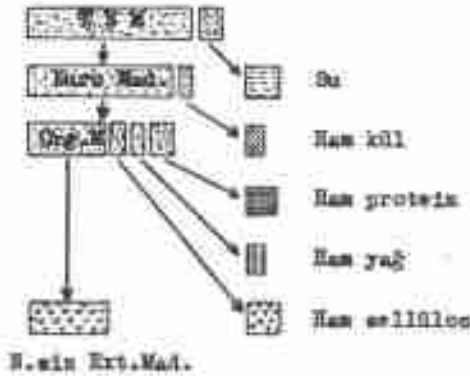
5.4.1. Klasik sindirim denemeleri (in vivo)

Yemden belli bir miktar, belirli hayvana yedirmek, hayvanın (etki maddeleriyle) çıkardığı besin maddelerini, yem besin maddeleriyle kıyaslanmak suretiyle yüzde olarak ifade etmek esasına dayanır.

Sindirim denemesi yapılacak hayvanın, gelişmesini bitirmiş, kontrol edilmiş, internal parazitlerinden temizlenmiş olması gerekir.

Parazit tesbiti gbrenden alınan örneklerde yapılır.

Sindirim denemesi yapılacak yemin önce laboratuvarda ham besin maddeleri bulunur(ekil-59).

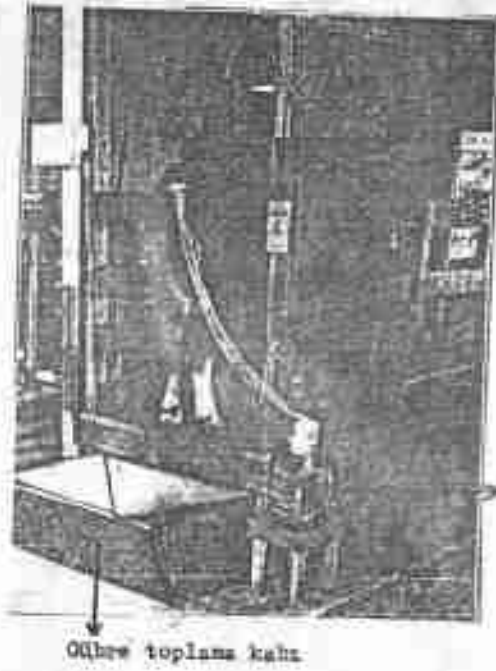


Şekil-59: Wendenay Analiz yöntemine göre yemin ham besin maddeleri içeriği.

Sindirim denemesine bağlamadan önce, hayvanın yemi alışması ve sindirim kanalının gcenden beslendiği yemin kalıntılardan teminlenmesi için bir müddet hayvan deneme yemi ile yemlenir. Öznel ağırlığı, her tartı günü ayı saatte olacak ekilde tesbit edilir.

Verilen yemin; hayvanın ancak yağam payı gereksinimini karđılayacak miktarda, yani; hayvan hiçbir iş yapmadığı, verim vermedeği, tam istirahat halinde olduğu zaman öznel ağırlığında değişiklik olmadıknın hayati fonksiyonlarını yapmak için gereksinimi olan besin maddelerini karđılayacak miktarda olması gerekir.

Hayvan, zel olarak yaptırılan sindirim denemesi sandıklarına yerleştirilir(ekil-60). Deneme sandıkları alt kısmı tel örgülü, gübre ve idrarın ayrı kaplarda toplanabileceği ekleide yapılır, hayvanın yemlik ve suluktan kolayca yararlanmasını sağlayarak kusurlessiği dolaplarıdır. Koyunlarla yapılan sindirim denemelerinde gübre toplama torbaları ile idrar toplama işlerini kullanılmaktadır (Bk.S.26). Bunlar hayvan vücudunu özel bağlırlıkla bağlatır. Bu sistem hayvanı rahatlatır ettiğinden pek tercih edilmektedir.



Şekil-60: Sindirim Deneyi
si sandığı (Çınar, 1955).

İdrar toplama çiyesi

Gübre toplama kabı

Hayvanın yeme alışması ve sindirim kanalının daha önce
reddiği yemden temin olması için değerlendirilmeye alınmayan döşe-
me "ÖN DEVRE" denir. Ön devre çeşitli hayvanlarda farklıdır;

Domuzlarda	: 6-8 gün
Atlarda	: 8-10 gün
Humusatlarda	: 10-14 gündür.

Bu devrede hayvan hergün aynı miktarda tartılır, suyu ve
yemi verilir. Sindirim kanalı iyice teminlenen hayvanlar deneye
alınır. Bu döneme "ERKİN DEVRE" denir. Genellikle 10 gün
süren erkin devrede hergün aynı miktarda hayvan ve gübre tartılır,
idrar miktarı sabit edilir. İdrar ve gübreden 1/10 nisbetinde
örnek alınıp, örnek kaplarına konur. Kokusunuza söylemek için

gübre üzerine 10 ml kloroform, idrar üzerine birkaç lyofil parçası katılıp buğutucu muhafaza edilir(Bk.m.26). Kalan yem ve su miktarları tespit edilir.

Esas dönemin sonunda gübre örnekleri karıştırılır, öğütülüp homojen hale getirilir. Yöntem gereği miktarlar tekrar örnek alınıp analiz yapılır.

Kaba yemler, denemede tek başına hayvana yedirilebildiğinden tek yemle denenebilir. Fakat sindirim denemesi basit yemle yapıldığı zaman mutlaka bir ek yem kullanılmalıdır. Böyle durumlarda önce ek yem sindirim denemesi yapılır. Her iki durumda da hayvanın tus gereksinimi unutulmamalıdır. Ürceğin, yemle beraber koyunlara 10 g, sığırlara 15 g tus verilmelidir. Sindirim sonunda N-Bilançosu yapılacak ise idrar örneklerinde Nitrojen analizi yapılmalıdır.

1. Tek yemle yapılan sindirim denemeleri

Sindirim denemesinin ana prensiplerine göre kurulan bir denemede, tek yemle sindirilebilir besin maddelerini saptamak bir örnekle daha iyi açıklanabilir.

Ürceğin kuruntuz, sindirilebilir besin maddelerini bulmak için önce yemle laboratuvarla nem besin maddeleri analizi edilir. 10 gün süren esas dönemde toplanan gübre ürceğinin besin maddeleri miktarları aynı yöntemle saptanır.

	Kuru Madde	H.Protein	H.Yağ	H.Sellüloz	Hais Ekt.
	‰	‰	‰	‰	‰
Kurut	87.63	6.64	1.70	29.41	41.62
Gübre	51.16	4.59	1.34	16.42	23.77

Hayvanı deneme boyunca yedirilen kurut miktarı (800 g), ile alınan gübre miktarı (646.1 g) tespit edilir. Bu şekilde tespitlenen bir sindirim denemesi sonucunda aşağıdaki noktalarla değerlendirilme yapılabilir:

- Kurutun sindirim oranı (bazıların derecesi)
- Sindirilebilir besin maddeleri miktarları

c) Nişanta değeri (ND)

d) Kurudotun teknil hazımlabilir besin maddeleri (THB)

e) Besin maddeleri oranı (BNO)

Laboratuvar analizleriyle kurudot ve gübrenin % ham besin maddeleri saptandıktan sonra, toplam verilen kurudot ve toplam alınan gübre miktarına göre toplam besin maddeleri ile farkından sindirilen besin maddeleri hesaplanır.

	<u>Kuru Madde</u>	<u>H.Protein</u>	<u>H.Yağ</u>	<u>H.Sellüloz</u>	<u>N.siz Ext.</u>
Kurudot(800 g)	701.20	53.12	13.60	235.28	332.96
Gübre (646,1 g)	330.16	29.66	8.66	93.17	153.58
<u>Sindirilen, g</u>	<u>371.04</u>	<u>23.46</u>	<u>5.94</u>	<u>142.11</u>	<u>179.38</u>

a) Toplam besin maddelerinin sindirilen toplam miktarları yüzde olarak değerlendirildiğinde (hesapla . .) sindirim emsali bulunabilir. Örneğin;

$$\begin{array}{r} 701.20 \text{ nin } 371.04 \text{ dđ sindirilmesi} \\ 100 \text{ in } x \\ \hline x = \frac{371.04 \times 100}{701.20} = 52.92 \end{array}$$

b) Yüzdde olarak bulunan sindirim emsalleri kurudotun yüzde besin maddelerine uygulanarak, kurudotun sindirilebilir besin maddeleri saptanır. Örneğin;

$$\begin{array}{r} 100 de 52.92 \text{ sindirilmesi} \\ 87.65 in } x \\ \hline x = \frac{87.65 \times 52.92}{100} = 46.38 \end{array}$$

Bide edilen değerler aşağıdaki cetvelde görülmektedir.(Cetvel-12).

Tablo-12 : Kuruotun sindirim denemesi sonuçlarına göre besin maddeleri miktarları, %

	K.Hadde	H.Protein	H.Yağ	H.Sellüloz	H.sis Ext.
Kuruot	67.65	6.64	1.70	29.41	41.62
Gübre	51.10	4.59	1.34	16.42	23.77
Kuruot(800 g)	701.20	53.12	13.60	235.28	332.96
Gübre(646.1 g)	330.16	29.66	8.66	93.17	153.58
Sindirilen, g	371.04	23.46	5.94	142.11	179.38
Sind.Emsali	52.92	44.16	43.68	60.40	59.28
Sind.Bes.Mad.	46.38	2.93	0.74	17.76	24.67

c) Sindirim denemesi yapılan yem,kuru ot olduğundan niğasta değeri sellüloz miktarına göre saptanır.

$$\begin{aligned} \text{Sindirilebilir protein} &= 2.93 \times 0.94 = 2.75 \\ \text{" yağ} &= 0.74 \times 1.91 = 1.41 \\ \text{" sellüloz} &= 17.76 \times 1.00 = 17.76 \\ \text{" H.sis Ext.} &= 24.67 \times 1.00 = 24.67 \end{aligned}$$

$$\text{Nesari niğasta değeri} = 46.59$$

Sellüloz miktarı % 29.41 olduğundan 0.58 ile çarpılıp nesari niğasta değerinden çıkarılarak hakiki niğasta değeri bulunur.

$$29.41 \times 0.58 = 17.06$$

$$46.59 - 17.06 = 29.53 \text{ Kuruotun niğasta değeri}$$

Bilindiği gibi

1 Kg Sind. Niğasta; 248 g	vücut yağı yapıyor	: 1.00
" " Protein; 235 g	" " "	(235/248) : 0.94
" " Yağ ;		
Küçüklerde ; 598 g	" " "	(598/248) : 2.41
Dano yem ; 526 g	" " "	(526/248) : 2.12
Kaba yem ; 474 g	" " "	(474/248) : 1.91

1 Kg Sind. Sellüloz ; 248 g	vücut yağı yapıyor	: 1.00
" " H.sis Ext. ; 248 g	" " "	: 1.00

Değerlilik derecesi 100 olan yemlerde nazari niçasta değeri, hakiki niçasta değeri olarak kabul edilir. Değerlilik derecesi 100'ün altında olanlarda nazari niçasta değerine göre hesaplanır. Örneğin; nazari niçasta değeri 61.42, değerlilik derecesi 77 olan bir yemin hakiki niçasta değeri

$$\begin{array}{r} 100 \text{ de} \quad 61.42 \text{ olurdu} \\ 77 \text{ de} \quad x \\ \hline x = \frac{61.42 \times 77}{100} = 47.29 \text{ olarak bulunur.} \end{array}$$

Kaba yemlerin sellüloz miktarları yüksek olduğundan sindirim ve çişemede fazla enerji sarfedildiğinden, sellüloz miktarı dikkate alınarak hakiki niçasta değeri saptanır.

Yemdeki Ham Sellüloz (%)	Herer g'na H.D.den Hüğülen miktarı
4	0.29
6	0.34
8	0.38
10	0.43
12	0.48
14	0.53
16 ve daha fazla	0.58

d) Teknik kullanılabilir besin maddeleri (TMB), yemin enerji değerini gösterir. Yağın vücutta yaptığı enerji diğer besin maddelerinden 2.25 defa daha fazla olduğundan yağ miktarı 2.25 ile çarpılır.

$$TMB = Hz. Protein + Hz. Yağ \times 2.25 + Hz. Sel. + Hz. N. sin. Est.$$

$$TMB = 2.93 + 0.74 \times 2.25 + 17.76 + 24.67$$

$$TMB = 47.03$$

$$e) \text{ Besin Maddeleri Oranı (B.M.O.)} = \frac{\text{Sindirilebilir Protein}}{TMB - Sind. Protein}$$

$$B.M.O. = \frac{2.93}{47.03 - 2.93}$$

$$B.M.O. = \frac{1}{15.05} \text{ (geniy oran)}$$

Bilindiği gibi:

Gelişme çağındaki hayvanların protein gereksinimleri yüksek olduğundan B.M.O. dar olan yemlerle beslenmelidir. Dar oran 1/2-4 arasıdır ve yağlı tohum küpeleri bu gruba dahildir.

Bilhassa süt ineklerinin beslenmesinde, B.M.O. orta olan yemler kullanılır. Orta oran 1/5-7 arasıdır ve hububat hammallarının çoğu bu gruba girer.

Yağ besininde H.M.O. geniş olan (1/8-12) yemler tercih edilir. Bu grupta samsunlar sayılabilir.

2. İki yemle yapılan sindirim denemeleri

İki yemle sindirim denemesi yapıldığında değerlendirme yapılabilmesi için yemlerden birinin önceden sindirim denemesinin yapılmış olması gerekir. Bunun için en ideal yol, önce bir yemin sonra iki yemin birlikte sindirim denemesinin yapılmasıdır. Bazı durumlarda tek yemle sindirilebilir besin maddeleri literatürden yararlanarak da bulunabilir. Ürgeci;

Arpa + Kuruotun sindirim denemesi sonuçlarına göre aşağıdaki kriterlerle değerlendirme yapılır. 400 g arpa, 400 c kuruot yetirilir. 405 g gübre alındığına göre;

- Arpanın sindirim oranı
- Sindirilebilir besin maddeleri miktarları
- KD
- THD (TKM)
- BMO

Yemlerin ve gübrenin laboratuvarına analizi yapılarak bunların besin maddeleri [%] saptanır.

	<u>K.Kar%</u>	<u>H.Protein</u>	<u>H.Yağ</u>	<u>H.Selüloz</u>	<u>H.öz.Ext.</u>
Arpa	69.80	11.24	1.51	3.50	70.99
Kuruot	87.64	6.64	1.70	29.41	41.62
Gübre	48.73	6.71	1.40	12.63	21.39

Tüm yem ve tohum atılan gübre miktarına göre besin maddeleri hesaplanarak bulunur. Yem ve tohum farkından sindirilen besin maddeleri saptanır. Aranan kriterler formüle tabii alınır.

lerak hesaplanır. Sonuçlar cetvel-13'de verilmiştir.

Cetvel-13 : İki yemle yapılan sindirim denemesi sonuçlarına göre besin maddeleri değerleri

	K.Madde %	H.Protein %	H.Yağ %	H.Sellüloz %	H.Sis.Ext. %
Arpa	89.20	11.34	1.51	3.90	70.90
Kuruot	87.64	6.64	1.70	29.41	41.62
Gübre	48.73	6.71	1.40	12.63	21.39
Arpa, 400 g	356.80	44.96	6.04	14.00	283.60
Kuruot, 400 g	350.60	26.56	6.80	117.64	166.48
Yenen, g	707.40	71.52	12.84	131.64	450.08
Atılan, g	197.36	27.16	5.67	51.96	86.63
Sindirilen, g	510.04	44.36	7.17	79.68	363.45
" , g(Kuruot)	185.52	11.72	2.96	71.04	98.68
Sind.(Arpa)	324.52	32.64	4.21	8.64	264.77
a) Sind.Emsali,%	90.95	72.55	69.70	61.71	93.36
b) Sind.Bes.Mad.	81.12	8.15	1.05	2.16	66.19

c) Niçasta Değeri :

Sind.protein	:	8.15 x 0.94	=	7.66
Sind.yağ	:	1.05 x 2.12	=	2.23
Sind.sellüloz	:	2.16 x 1.00	=	2.16
Sind.N.sis Ext.	:	66.19 x 1.00	=	66.19

Nazari Niçasta Değeri = 78.24

Değerlilik derecesi(Dane yem olduğu için) 98 dir.

Hakiki Niçasta Değeri = 78.24 x 98/100 = 76.70

d) THN = Ha.Protein + Ha.Yağ x 2.25 + Ha.Sellüloz + Ha.N.sis.Ext

THN = 8.15 + 1.05 x 2.25 + 2.16 + 66.44

THN = 81.12

e) B.M.O. = $\frac{\text{Sind.Protein}}{\text{THN} - \text{Sind. Protein}}$

B.M.O. = $\frac{8.15}{81.12 - 8.15} = \frac{1}{8.95}$

6.4.2. In vitro sindirim denemeleri

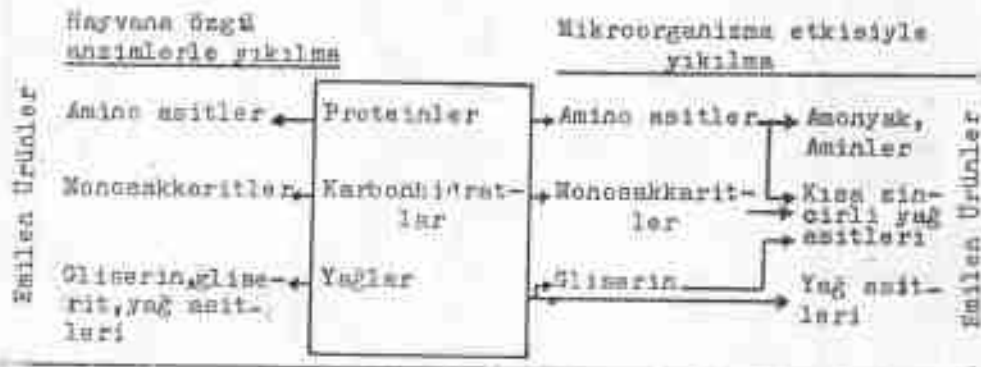
Laboratuvarda yapılan sindirim denemeleri mide sıklığındaki bir vasatta tuz asidi ve pepsin ile yemik yapısındaki proteini absorbe etmek esasına dayanır. Sindirilebilir protein içeriğinde kullanılan "Stoutar Metodu" diye bilinen bu yöntem biyolojik yöntemler kadar yaygın değildir. Uygulanması kolay bir yöntemdir.

In vitro denemelerde esas, mide veya rumen sıvısını laboratuvarda vasat olarak kullanmak ve belirli zamanlarda örnekler alıp kimyasal yöntemlerle analiz ederek fiziksel yöntemlerle değerlendirilmesidir. Kısaca in vitro yöntem; biyolojik + kimyasal + fiziko-kimyasal yöntemlerin birlikte uygulandığı karma bir tekniktir.

In vitro denemelerde çeşitli metodlar kullanılır. Bunlardan biri özetlenirse ; Goca, denenecek yem veya rasyon deneme materyali olan hayvana fedirilir. Sabah yemlenmeden Goca veya 3 saat sonra hayvanın mide veya rumeninden 100 ml veya 200 ml ile sıvı alınarak (araştırma esasına göre) sızdırlı laboratuvar şartlarında herhangi içerisinde deneme yapılır. Yönteme bağlı olarak parti ile, mide veya rumen sıvısına tampon çözeltiler ile gerekli maddeler ilave edilerek uygun gelişme vasatı oluşturulur. Deneme sıvısının 6-8 saatlik inkübasyon periyodunda 6.4 -6.5 pH ile 39-40°C sıcaklığın sabit tutulması gerekir. Deneme sıvısının içerisinde katılan maddeler, deneme hayvanlarının rasyonlarına benzer şekilde hazırlanan karmaların olmalıdır. Inkübasyon beklencisinde kontrol grubunda herhangi bir mikrobiyal faaliyetin olmaması isteniyor ise 37'lik form aldit solüsyonu katılmalıdır.

Hayvanın sindirim kanalında oluşturulup, laboratuvarda geliştirilerek devam eden denemenin değerlendirilmesinde fiziko-kimyasal teknik uygulanır. Böyle ki, deneme sıvısında alınan örnek; santrifüj edilir, triklorasetik asit v.b. (yöntemde belirtilen) solüsyonlarla yıkunup, kimyasal yöntemlerle hazırlanan çözeltilerde analiz edilerek fotometrik veya titrimetrik olarak değerlendirilir.

Yukarıda ana hatlarıyla özetlenip, şematize edilen yöntem bir örnek ile daha iyi anlaşılabilir. Örneğin ruminantlarda sindirim kanalında besin maddelerinin yıkılması ve hayvansal yapıya uygun besin maddelerinin oluşturulması in vitro deneylerle tesbit edilerek aşağıdaki şema elde edilmiştir.



Bu gün rüsende mikrobiyal proteolitik sentezi en iyi in vitro deneylerle saptanmaktadır. Koyunlara yapılan bir denemede, denemeye alınan koyunlardan rumen fistülü veya sondası ile her birinden 25 g rumen sıvısı alınarak aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

Rumen sıvısı	25.0 g
Fosfat tampon	81.0 g
Substrat	0-8 g
<hr/>	
Total İnkübasyon vasatı	106 - 115 g
pH	6.4 - 6.5
Sıcaklık	40°C
İnkübasyon periyodu	6 saat

Deneme hayvanlarının reagenlarına benzer şekilde hazırlanan ve enerjisinin niçate, şeker ve selülozdan alınabileceği substratın kompozisyonu aşağıdaki gibidir.

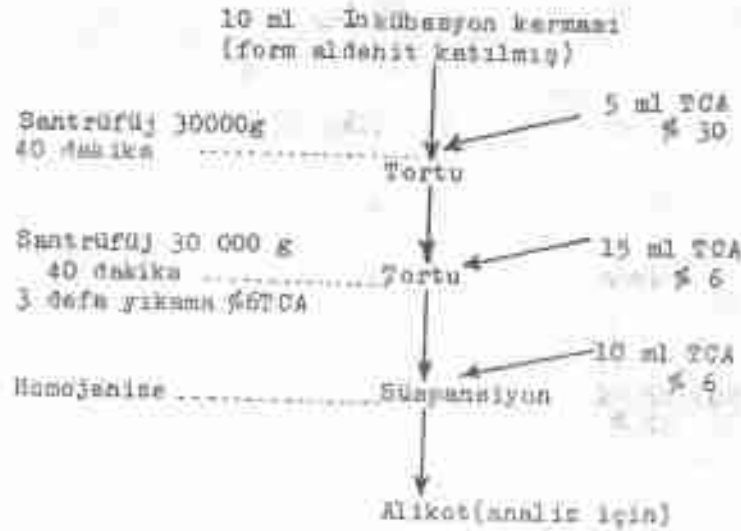
Selüloz	21.25
Şeker (Sakkaroz)	15.25
Kıyama	43.75
Bitkisel yağ	2.25
Üre	6.25
Mineral karma	10.25
	<hr/>
	100.00

Kullanılan mineral karmaşın yapısı aşağıda verilmiştir. Her denemenin inkübasyon solüsyonu CO₂ ile doyurulmuştur. İnkübasyon sırasında pH devamlı olarak kontrol edilmiş, 6.4 -6.5 pH sabitliği için 5 ml N NaOH ile ayarlanmıştır. Deneme kurulurken orlenmayerlerin biri kontrol olarak alınmış ve buna mikrobiyal faaliyetin olmaması için 5 ml %17 formaldehit solüsyonu katılmıştır. Diğerlerine ise 5 saat sonra katılmıştır.

Mineral Karmaşın Yapısı, %

CaHPO ₄ . 2 H ₂ O	45.72
K ₂ CO ₃	29.47
MgSO ₄	15.09
Na Cl	6.94
Fe SO ₄ . 7H ₂ O	0.84
Zn SO ₄ . 7H ₂ O	0.286
Mn SO ₄ . H ₂ O	0.187
Na B ₄ O ₇ . 10H ₂ O	0.168
Cu SO ₄ . 5H ₂ O	0.024
KI	0.024
MnCl ₂	0.007
CoCl ₂	0.0053
K ₂ P	0.0041
Na ₂ Hed ₄	0.0041
Kolin Florid	1.222

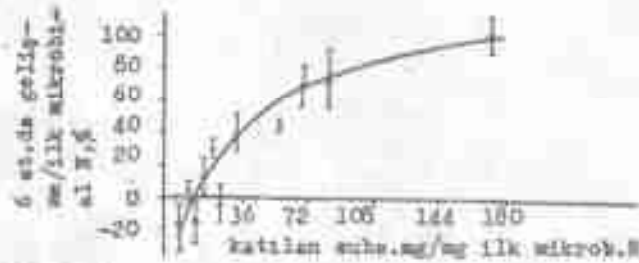
İnkübasyon müddeti sonunda deneme kaplarından alınan örneklerde aşağıdaki işlemler uygulanmıştır (Barnes, et al., 1975).



Örneklardaki mikrobiyal protein azotu inkübasyondan önce ve sonra Kjeldahl yöntemi ve TCA'da çöktürülmüş fraksiyonun analizi ile saptanmaktadır.

Böyle bir deneme ile inkübasyon karmasında substrata mikrobiyal gelişme üzerine önemli derecede etkili olduğu bulunabilir.

Yapılan bir araştırmada katılan substrat miktarına göre mikrobiyal gelişme aşağıdaki şekilde görülmektedir (Şekil-61).



Şekil-61: In vitro denemede değişik substrat konsantrasyonlarında mikrobiyal gelişme (Barnes, et al., 1975).

6.5. Protein Kalite Testleri

Protein kalitesinin tayininde 50 yıldan fazla zamanın beri çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Biyolojik araştırma tekniğiyle tertiplenen ve laboratuvar hayvanlarıyla uygulanan protein kalite testlerinde, protein kalitesinin değerlendirilmesini geliştirmelerinde uygulanan yöntemler aşağıda verilmiştir.

1. Gross Protein Value(GPV) = Kaba Protein Değeri
2. Gross Protein Ratio(GPR) = Kaba Protein Oranı
3. Net Protein Utilization(NPU) = Net Protein Yararlılık Derecesi
4. Total Protein Efficiency (TPE) = Total Protein Etkinliği
5. Protein Efficiency Ratio (PER) = Protein Etkinlik Oranı

6.5.1. Kaba Protein Değeri(GPV)

Yemlerde protein kalitesinin tesbitinde 1939 yılında ilk defa Heiman ve arkadaşları Kaba Protein Değeri yöntemini uygulamışlardır. Deneme civcivlerle yapılmış ve 170 çeşit protein kaynağının kalitesi tesbit edilmiştir. Daha sonra bu yöntem Duckworth ve ark tarafından modifiye edilmiştir (1961).

Denemede ağırlıkları birbirine yakın günlük civciv kullanılmaktadır. Ana makinemine, teker teker tartılıp, kontrol edilen civcivler yerleştirildikten sonra 3 gün %50 ığutulmuş buğday, %50 ığutulmuş sarı mısır rasyonu ile beslendikten sonra 10 gün proteince yetersiz (%8) bir rasyonla beslenmişlerdir. Kompozisyonu aşağıda verilen yetersiz rasyonun proteinini daha ziyade tahıl proteinlerinden, az bir kısmı kuru peynir suyundan sağlar.

Denemenin 14. gününde bütün civcivler teker teker tartılıp minimum ve maksimum ağırlıktakiler elimine edilerek deneme grupları oluşturulmuş, gruplara uygulanan rasyonlar aşağıda verilmiştir.

Yetersiz Rasyon (Depletion ration)

<u>Yeniler</u>	<u>%</u>
Üğütülmüş sarı mısır	4.40
Üğütülmüş arpa	6.25
Üğütülmüş yulaf	40.15
Buğday kepeği	6.25
Yulaf kavusu (çok ince)	8.00
Bira mayası	1.24
Kuru peynir suyu	3.10
Nişasta	11.00
NaCl	0.17
Vitamin karması (1)	0.44

(1) Vitamin karması: Her gramında 1000 I.U. Vitamin A, 200 I.U. Vitamin D₃ içerir.

Basal Rasyon (%12.39 N.Protein)

<u>Yeniler</u>	<u>%</u>
Üğütülmüş sarı mısır	17.5
" arpa	25.0
" yulaf	16.6
Buğday kepeği	25.0
Bira mayası	5.0
Kuru peynir suyu	8.4
NaCl	0.7
Vitamin karması (1)	1.8

Negatif Kontrol Rasyonu (% 8 N.Protein)

Yetersiz rasyon	<u>91.5</u>
Nişasta + Vit.F. (2)	1.0
Nişasta	7.5

(2) 400 gramlık, 120 mg Vitamin F olacak şekilde

Positif Kontrol Rasyonu (5.11 H.Protein, 63.3 Ca, 10.7 P)

Yemler	\$
Basal Rasyon	63.60
Yulaf kavusu(54.01 protein)	9.00
Niyagta + E vitamini	1.00
Kozmik (56).3 protein)	1.39
Ca ₃ (PO ₄) ₂	2.10
Ca O ₃	0.60
Niyanta	24.71

Positif kontrol rasyonundaki kalsiyum yerine QPV değerleri uygulanacak yem konarak besleme grupları için rasyon hazırlanır.

Gruplara ait rasyonları:

- I. Grup: Negatif Kontrol Rasyonu
- II. Grup: Pozitif Kontrol Rasyonu
- III. Grup: Deneyin amaçları için yem rasyonu

14 günlük besme besleme alışkanlıklarını oluşturan ve artan yem 4., 7., 10. ve 13.gün tertimlerde, yem tüketimlerini günlük artışları tabii edilir.

Elde edilen değerlere göre sonuçları kriterler hesaplanır.

Günlük ortası

Başlangıç çabukluğu (g/grup)

Deneme sonu çabukluğu "

Çabukluk artışı

Yem tüketimi artışı⁽¹⁾

İçer tüketimi (g/kuş)

(1) Deneme sonu çabukluk artışı negatif kontrol rasyonu ile beslenen kuşlarda çabukluk artışı, negatif kontrol rasyonu ile beslenen kuşların çabukluk artışı çabukluk artışı olarak elde edilir.

$$\frac{\text{Ekstra c.ağır.artışı, g/civciv}}{\text{Yem tüketimi, g/civciv}} \times \frac{100}{\text{Ek protein, \%}}$$

% Ek protein = rasyonda % H.Prot.-Kontrolde % H.Protein

$$\text{Kaba Protein Değeri} = \frac{\text{C.ağır.artışı/1 g.ek protein}}{\text{C.ağır.artışı/1 g.ek protein}} \times 100$$

(pozitif kontrol grubu ort. değeri)

Elde edilen değerler yukarıda verilen formüllere uygulanarak yem kaba protein değeri (GPV) bulunur.

6.5.2. Net Protein Yararlılık Derecesi (N.P.U.)

Yemlerde proteinlerin kalite değeri tayininde Bender ve Miller 1953 yılında "net protein yararlılık derecesi" yöntemini uygulamışlardır. Yöntemde 32 sıçan kullanılarak 10 günde 7 protein çeşidinde besleme değeri saptanmıştır. Denemede, 21. gün süttü yem kesilmiş, ortalama 35 g canlı ağırlığındaki sıçanlar kullanılmış, denemeden önce bir hafta büyüme yemi ile beslenerek, deneme başı canlı ağırlıklarının 50-60 g olması sağlanmıştır.

Kloroform ile öldürülen sıçanlarda önce vücut analizi yapılır. Kurumanın çabuk olması için kafatası, göğüs ve karın açılır. Basmaklar dahil tüm vücut 48 saat 105°C'ye ayarlı etüvde kurutulup Kjeldahl yöntemiyle N tayini yapılır. Kuru ağırlığı 15 g' dan az olan sıçanlar tüpüyle Kjeldahl balonuna konur. Bunun için her bir g. kuru maddeye 10 ml konsantre H₂SO₄ hesabıyla asit konup 20 g katalizör (3 g SeO₂, 2 g CuSO₄ · 5 H₂O, 16 g K₂SO₄) ile çözülür. Kuru ağırlıkları daha fazla olan sıçanlar porcelen havanda öğütülüp 10-15 g'ı çözülür. Paraleller arasında uygunluk olmazsa örnek homojen değildir. Yağca zengin olan örneklerde çözünme sırasında köpürme olur. Çözünen çözeltili mikro-asonyak tayini için seyreltilir.

Her grupta 8 sıçan olmaksızın şekilde 4 grup oluşturulur. Gruplardan biri proteinaz rasyonda, diğer gruplar farklı deneme ras-

yonlarıyla beslenirler. 10 günlük esas besleme maddeti sonunda hayvanların vücut analizi ile yem analizleri yapılır.

Yem tüketimi, canlı ağırlık artışı hesaplanır. Elde edilen değerler formüle uygulanarak net protein gürürlük derecesi saptanır.

Proteinin kaynağı :

Yemler	g
Hirkinal yağ	15
Potates nişastası	10
Pirinç nişastası	50
Glüköz	15
Vitamin karması ⁽¹⁾	5
Mineral karma ⁽²⁾	5

(1) Vitamin karması:	g
Tiamin hidroklorid	0.05
Riboflavin	0.20
Pridoksin hidroklorid	0.04
Ca pantothemat	1.20
Nikotinik asit	4.00
Inositol	4.00
p-amino benzoik asit	12.00
Biotin	0.04
Folik asit	0.04
Siyano kobalamin	0.001
Kolin klorid	12.00
Hamir nişastası	966.439

(2) Mineral karma (A)

Ca nitrat.4 H ₂ O		308.2 g
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O		112.8 g
K ₂ HPO ₄		218.7 g
KCl		124.7 g
NaCl		77.0 g
CaCO ₃		68.5 g
MgCO ₃ · Mg(OH) ₂ · 3 H ₂ O		35.1 g
MgSO ₄ · anhidrit		38.3 g
FeNH ₄ citrat	91.41	} 16.7 g
CuSO ₄ · 5H ₂ O	5.98	
NaP	0.76	
MnSO ₄ · 2 H ₂ O	1.07	
KAl(SO ₄) ₂ · 12 H ₂ O	0.54	
KI	0.24	
	100.00	1000.00

Mineral karma (A) temin edilememeye eşdeğeri karma (B) kullanılabilir.

CaCO ₃	134.8	gram	
K ₂ CO ₃	141.3	"	
MgCO ₃	24.2	"	
NaPO ₃	34.2	"	
H ₃ PO ₄	103.2	"	= 71 ml
HCl	53.4	"	= 121 ml
H ₂ SO ₄	9.2	"	= 5.2 ml
Citric asit · H ₂ O	111.1	"	
NaP	0.062	"	
KAl(SO ₄) ₂	0.0245	"	
MnSO ₄	0.079	"	
KI	0.020	"	
Po citrat 1.5 H ₂ O	6.34	"	

Vücut analizi sonuçlarına göre; 33-37 gün içerisinde vücut N ve su kapsamı arasında aşağıdaki ilişki bulunmuştur.

$$y = 2.92 + 0.02 x$$

$$y = \frac{N}{H_2O} \times 100$$

$$x = \text{yaş (gün olarak)}$$

$$N = \text{Nitrojen, g}$$

$$H_2O = \text{su, g}$$

0-503 gün arasında değişen, 197 den fazla sayıda yapılan deneylerde yaş ile nitrojen su oranının gübre arasında ilginç bir lineer kurve teşkil ettiği saptanmıştır.

$$y = 4.83 [1 - 10^{-0.0115(x + 22.15)}]$$

$$= 4.83 - \text{anti } \log_{10} (0.4304 - 0.0115x)$$

$$y = 0 \text{ olduğu zaman}$$

$x = -22.15$ gün olur. Bu zamanın doğandan önce 22 gün 10.5 saat ile 22 gün 21 saat arasında değiştiği tesbit edilmiştir. 100 gün yaş için lineerliğe istatistik kriteriyası aşağıdaki eşitliğe dayanmaktadır.

$$\log(4.8 - y) = 0.437 - 0.0115 x$$

Deneme sonuçlarına göre elde edilen bulgular aşağıdaki formülle uygulanarak N.P.U. değeri saptanır.

$$N.P.U. = \frac{N - (N_0 - I_0)}{I}$$

N = Proteindeki N

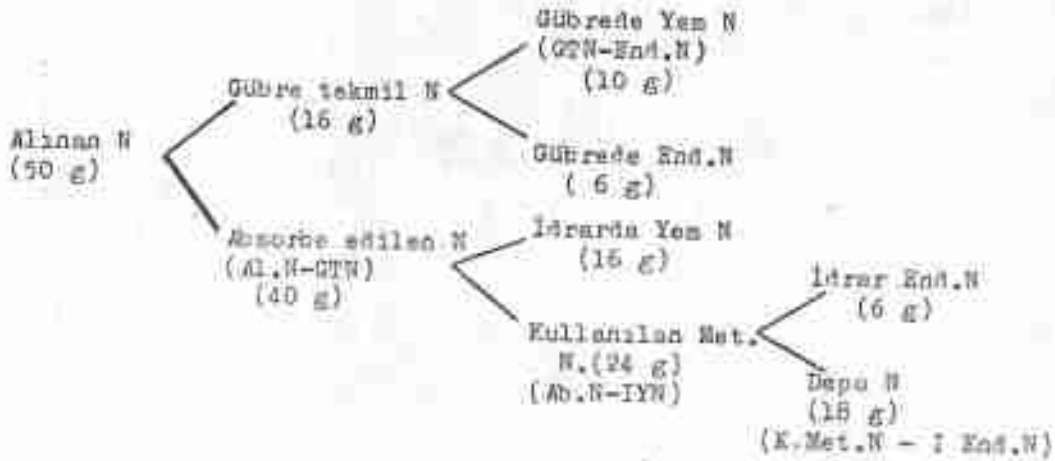
N_0 = Proteiniz rasyonla beslenmede metabolik N

I = Proteinli rasyonla beslenmede vücut N

I_0 = Proteiniz rasyonla beslenmede vücut N

Proteiniz rasyonla beslenen hayvanlardan alınan gübredeki nitrojen endojen nitrojen olarak kabul edilir. Ve gübre tekniği nitrojeninden çıkarılarak gübre gen nitrojeni elde edilir.

Absorbe edilen nitrojen = Alınan nitrojen-gübre tekmi N.
Kullanılan Metabolik N = Absorbe edilen N-idrarın yem N.



6.5.3. Total Protein Etkinliği (TPE)

Yemlerde protein kalitesininin tesbitinde,1967 yılında Woodham tarafından geliştirilen total protein etkinliği yöntemi uygulanmaktadır. (Woodham, 1967).

Denemede 600 adet günlük erkek civciv kullanılmıştır. İlk 3 gün kırılmış buğday ve mısırdan eşit miktarda yapılan karma ile beslenen civcivlere takip eden 10 günde normal rasyon verilmiştir. 14 günlük olan civcivler teker teker tartılıp aynı ağırlıkta olanlar denemeye alınarak, 6 veya 12 civciv kapsayan gruplar oluşturulmuştur.

Deneme rasyonları 14 günlük sans periyotta gruplara serbest olarak verilmiştir. Her gün 13 saat ışıklandırılmıştır. Periyodik tartılarla canlı ağırlık artışıları, yem tüketimleri tesbit edilmiştir.

Deneme/te kullanilan rasyonlar:

1- 3. gúnlérde %50 úçútdúlmúç buçday + %50 úçútdúlmúç mısır,
4-1), gúnlérde rasyon açağında verilen % 21 protein kapsa-
yan rasyon verilmiştir.

İzce rasyon (% 21-22 protein)

Yeniler	%
Úçútdúlmúç mısır	25.20
" buçday	18.93
" arpa	17.60
" yulaf	11.30
Çayır otu unu	2.00
Kurutulmuç mayıs	1.00
Balık unu (%55 protein)	15.10
Yarfiřtiđi kúçne. (%50 protein)	6.30
Kemik unu	0.50
CaCO ₃	1.00
KaCl	0.50
Coccidiostat ⁽¹⁾	0.07
Vitamin karması ⁽²⁾	0.50

(1) Coccidiostat : Ampromix, 0.16 g amprolium HCl ve 0.01 g etnopabate kg/rasyon .

(2) Vitamin karması : 5000 IU vitamin A, 1000 IU vitamin D₃,
5 mg riboflavin kg/rasyon.

14-16. gúnlérde yapısı açağında verilen %18.5 proteinli
rasyon ile beslenmişlerdir.

Deneme rasyonu(%18.5 protein)

Yeniler	% Protein	% Rasyon
Úçútdúlmúç arpa	6.0	-
Yulaf kóçunu	0.1	-
Kurutulmuç mayıs	0.4	-
İlave test proteini	12.0	-
Kemik unu	-	0.35
Ön korm ⁽¹⁾	-	0.28
Hayvansal yağ + antioksid. Ön + mısır niğastası ⁽²⁾	-	98.87

- (1) Önkürme : Rasyonun kg'ında; 5000 IU Vit. A, 1000 IU Vit. D₃, 5 mg riboflavin, 6.2 mg pyridoxin HCl, 0.015 mg Vit. B₁₂, 20 mg Vit. E., 07 mg menaphthene, 15.4 mg Ca-D pantothenat, 44 mg nikotin amid, 3.5 g NaCl, 80 mg NaSO₄ . 4 H₂O, 0.97 g Aurofac-10,
- (2) 0.01 g BHA(butil hidroksyanisole), 0.01 g BHT (butil hidroksitoluene, hayvansal yağ, sıvır ağızastası.

Metabolik enerji (KCal/kg rasyon):% hsm protein oranı rasyonda normal olarak 150-154 arasına düşmektedir.

Deneme sonunda elde edilen değerler aşağıdaki formüle uygulanarak TPE bulunabilir.

$$TPE = \frac{\text{Ortalama ağırlık artışı, g}}{\text{Tüketilen ortalama protein, g}}$$

6.5.4. Protein Etkinlik Oranı (PER)

Protein kalite testlerinden biri olan protein etkinlik oranı daha ziyade bir büyüme metodudur. Sakinonları olmakla beraber basit bir yöntem olması nedeni ile uygulanmaktadır. Metodun kritiğini 1963 yılında Campbell yapmış ve uygulanabilirliği hakkında kesin bir sonuca varmıştır(Campbell, 1963).

PER genellikle sıçanlarla tesbit edilmekte, denemeden önce hiçbir protein kaynağı kapsunmayan %6-10 proteininden oluşan saf rasyon verilerek yavaş bazar gram proteide, gram olarak ağırlık kazancı tesbit edilmektedir.

Denemede 21 günlük sıçanlar kullanılmaktadır. Hayvanlar individual kafeslere konup 23-25°C sıcaklık, %45-55 rutubet şartlarında beslenmelidir. Her sıçanın tükettiği yem miktarı günlük, ağırlık artışı haftalık olarak tesbit edilmelidir. 4 haftalık veriyotlarla haftanada değerlerden PER değerleri bulunur. 10 sıçan bir grubu temsil edecek şekilde kafeslere konup %9 protein kapsayan yapıcı öğe ile verilen rasyon ile beslenirler.

Deneme rasyonu (59 protein)

<u>Yemler</u>	<u>g/100 g</u>
Kasein	10.16
Sakkaroz	71.64
Bitkisel yağ	8.00
Vitamin karması (1)	0.10
Kolin klorid	0.10
ε-α-tokoferol	100 Uaite
Sellüloz	5.0
Mineral karma	5.0
Vitamin-A	2000 IU
Vitamin-D ₃	200 IU

(1) Vitamin karması:	Thiamin-HCl	0.500
	Riboflavin	0.800
	Nikotin	4.000
	Prifoksia-HCl	0.500
	Ca-D-Pantotemat	4.000
	Biotin	0.040
	Polin amit	0.200
	Kanasyon	0.500
	Siyano kobalamin	0.003
	p-amino benzoik asit	10.000
	Inositol	10.000
	Nikotin	100.000

Deneme sonunda elde edilen ortalama ağırlık artışları ile ortalama protein tüketimi değerleri denklemle tabii olarak PFR değerleri bulunur(PFR= Ortalama ağırlık artışı/ortalama protein tüketimi)

6.6. Enerji Değeri Saptama Yöntemleri

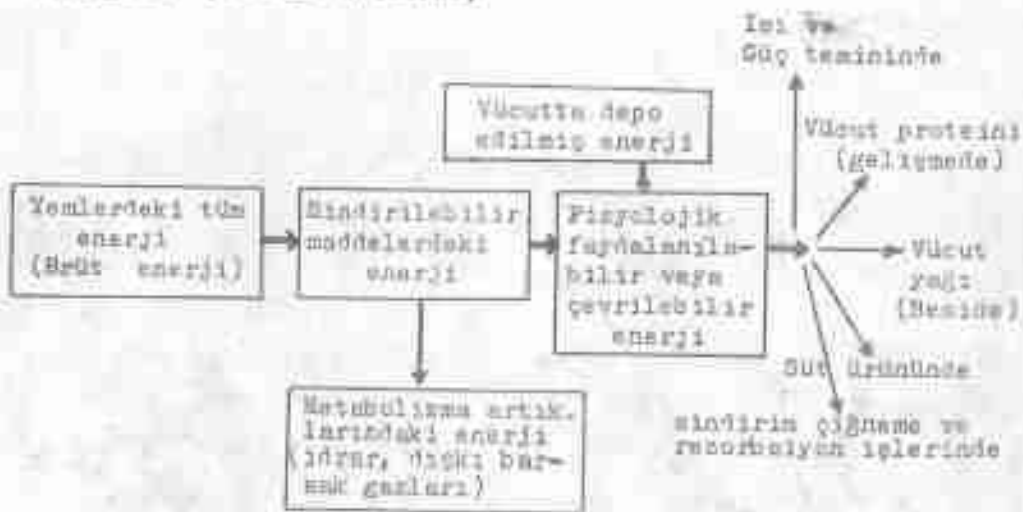
Hayvanın yemle aldığı ve çeşitli şekillerde çıkardığı veya değerlendirildiği besin maddeleri arasında haima bir denge vardır. Bu dengeye madde değişimi bilançosu denir. Verilen yem maddelerinin içeriğindeki enerji ile vücuttan atılan ve vücutta değerlendirilen enerji arasındaki dengeye enerji bilançosu denir.

Organizmaya alınan besin maddeleri; et, süt, yumurta v.b. maddelerin yapılmasında kullanıldığı gibi, organizmanın gereksinimi olan işya ve organların fonksiyonlarını yapabilmesi için gerekli enerjiyi sağlarlar.

Bilindiği gibi organizmaya giren karbonhidrat, yağ, protein gibi temel besin maddelerininin metabolizması sonucunda enerji meydana gelir. Rubner'in "fizyolojik faydalanılabilir enerji" olarak isimlendirdiği enerjinin esası aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

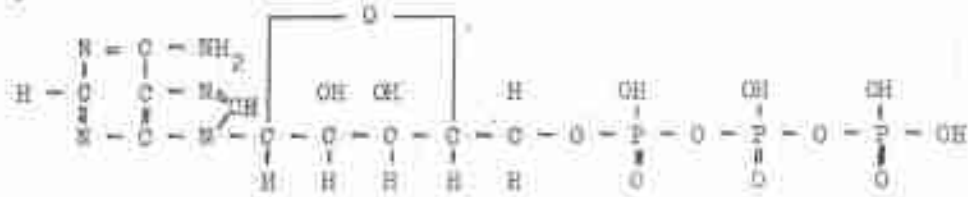
$$\text{Fizyolojik faydalanılabilir enerji} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Brüt enerji} \\ \text{(yemdeki enerji)} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Gıdadaki enerji} \\ \text{+ enerji} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{İçerdiği enerji} \\ \text{+ enerji} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Barek} \\ \text{gali-} \\ \text{liği} \end{array} \right\}$$

Kolganov, enerjinin bir kısmının vücut için kullanıldığını belirtirken fizyolojik faydalanılabilir enerjiye "Çevrilebilir Enerji" demiştir. Genel olarak hayvan organizmasında enerji çevrilimi şemata şöyledir:



Hayvan vücudunda 1 mol. gram glikozun oksidasyonu 674 cal. ısı karşılığı enerji açığa çıkar ve $H_2O + CO_2$ meydana gelir. Bunun tersi bitkilerde fotosentez esnasında meydana gelen glikoz sentezidir. CO_2 ve H_2O dan meydana gelen sentezde 1 mol. gram glikozun meydana gelmesi için 674 Cal. ısı enerjisi gerekmektedir vardır ki bu enerji güneşten alınır.

Vücudun enerjiye gereksinimi olduğu anda besin maddeleri oksidasyona uğrar ve oksidasyon $CO_2 + H_2O$ meydana gelinceye kadar devam eder. Bu arada besin maddelerinin molekül bağları kırılarak tutulmuş enerji serbest hale geçip, enerji formuna döner. Örneğin karbonhidrat, yağ ve proteinlerin kimyasal bağlarında bulunan enerji ATP yapınındadır. Enerjiye gereksinim duyulunca ATP çözülür ve uygun formu döner. ATP tüm hücrelerde önemli olarak yapılır ve yakılır.



Hayvan beslemede enerji değeri mantama yöntemleri denince, konu; iki noktadan değerlendirilir.

- 1- Yemde enerji
- 2- Hayvan vücudunda değerlendirilen enerji

Yemin enerjisi, beher gramının kalorisi olarak değerlendirilir ve Cal/g olarak ifade edilir. Yemin enerji değeri aşağıdaki yöntemlerle saptanır:

6.6.1.Brüt Enerji

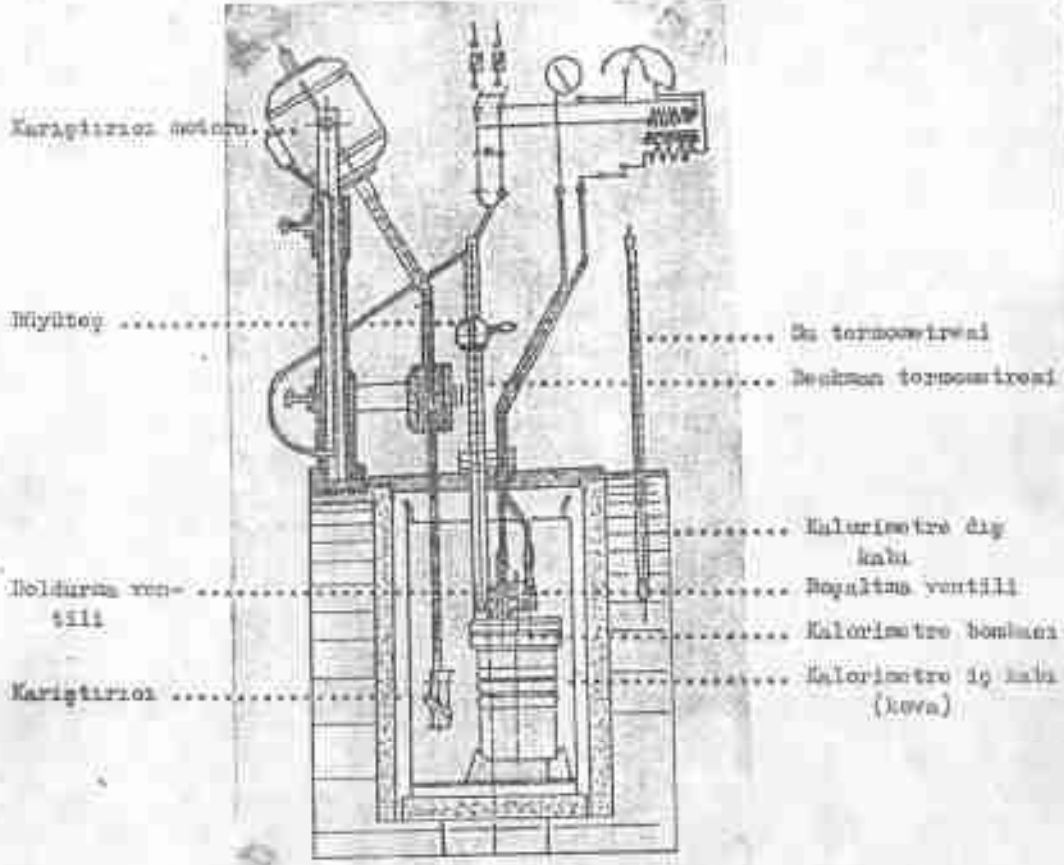
Belirli miktarda yemin kalorimetre bombasında uygun basınç altında oksijenle, elektrik akımı verilerek yakılması esnasında meydana gelen ısı yükselmesini formülle değerlendirilmesi suretiyle saptanır. Sonuç brüt enerji değerini verir. Yemin brüt enerji değerini saptamada genel olarak iki tip kalorimetre kullanılmaktadır:

a) İzoterm

b) Adiyabatik

Her ikisinde de esas aynıdır ve katı bir maddenin kalori değeri kantitatif olarak teknik vasıtalarla yama imarı şeklinde tespit edilmektedir.

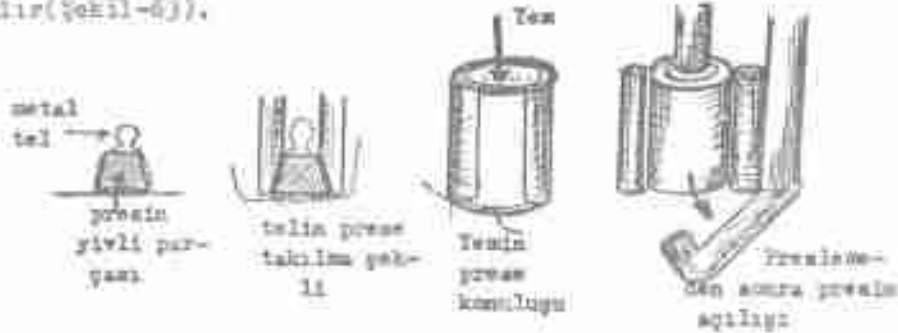
4. İzoterm kalorimetrede yama maddesinde meydana gelen sıcaklık farkından yararlanılarak değerlendirme yapılmaktadır. Kalorimetrede vasıtın karıştırılması, hareketin yapılması, aletin değerlendirilmesi ve değişikliklerin yapılması (Şekil-62).



Şekil - 62 : Kalorimetre ve kısımları

Önce kalorimetrenin sıcaklığı ayarlanır. Bunun için dış kabın $19 - 20^{\circ}\text{C}$ civarında (oda ısısında), iç kabın ise dış kaptan $0,6 - 1,0^{\circ}\text{C}$ daha düşük olması gerekir. Dış kaptaki suyun sıcaklığını ayarlamak için termometrenin bulunduğu delikten su kopup, alttaki vidadan boşaltılır. İç kaptaki su 28 ± 0 gram kadar olmalıdır ki bunun seviyesi içerden çizilerek belirtilmiştir. Sıcaklığın farklı yapılması aynı mütadelenin yapılabilmesi içindir. Kapakları kapatılarak kalorimetre hazırlanmıştır. Her çalışmadan önce ayarlanmalıdır.

Sonra kalori değeri bulunacak yem hazırlanır. Bunun için önce $10-12$ cm uzunluğunda çelik tel keçili tabaca teraziye tartılır. Pres yaparken kullanılan mafeni, küçük yivli parçaya sokulur. Presteki yerine yerleştirilip, üstten yem kaşur ve pres yapılır(Şekil-6)).



Şekil-6):Kalori değeri yapılacak yemden presleme yöntemi-
ne göre yem tel uzunluğuna hazırlanması.

Telin yivli yere gelmesine dikkat edilir ve telin kopmasını sağlanır. Pres normal bir kuvvetle yapılmalıdır. Aynı halde tel kopar veya tuz olarak preslenmez. Presin altındaki tablo çökülür. Üstten hafif bastırarak preslenen yem ve küçük mafeni aynı elttan tutulan tablaya düşürür. Böylece yem preslenmiştir ve briket haline getirilmiştir. Hazırlanan briket tartılır, briket + tel ağırlığı kaydedilir.

Kalorimetrenin bombası açılır ve kapak kısmındaki küçük tabakciğa briket konup, telin uçlarından biri tabakciğı tutan koldaki deliğe, diğeri kısa kolu iyice bağlanır. Kalorimetre bombasının içine 10 cc demitik su konur(CO_2 , NO_2 v.b. gazları tutmak için). İçinde yem bulunan kapak kapatılır.

Oksijen vermek için bomba özel yerine konup, sıkıştırılır. Oksijen bombasından gelen madeni telin ucu, bombanın üzerindeki vidalı kapakla kapatılmış sübaba kapak açılarak bağlanır ve iyice kapatılır. Diğer sübaplar da kapatılarak, oksijen tübünün üzerindeki vana açılır. Barometrenin yükseldiği görülür. İkinci vana kapatılır. İki vana arasındaki kalın boruya O_2 dolmuştur. 2. vana açılarak bombaya 10 kg/cm^2 kadar O_2 geçince kapatılır ve biraz beklenir. Sonra bomba üzerindeki ikinci sübap geygetilip hava ve O_2 boşaltılır. Sübap kapatılır. . Tekrar 2.vana açılıp $25-30 \text{ kg/cm}^2$ lik O_2 gönderilir. O_2 bombasından gelen boru bombadan ayrılarak kapak kapatılır. Bomba kalorimetrenin iç kabındaki suyun içine yerleştirilir. Şartere bağlı olan kablolar bombaya bağlanır. Karıştırıcı kalorimetrenin içine sokulur. Kapaklar kapatılır. Termometre yerine yerleştirilir. Şarterin kordonu şehir elektrik akımına bağlanır. Şarter üzerindeki düğme aşağıda yukarıya kaldırılır ve böylece karıştırıcı harekete geçmiş olur. Anaç suyun sıcaklığının her yerde aynı olmasını sağlar.

5 dakika çalıştırdıktan sonra okumalara başlanır. Her bir dakikada okunup, 5 okuma yapılır(Başlangıç periyodu). Sonra galter üzerindeki düğmeye basılarak devre kapatılır ve yavaş olur. Esas periyot başlamıştır. Esas periyot'ta okumalar yine birer dakika ara ile yapılır. Okuma sabit olduğu an esas periyot bitmiştir. Son periyot başlamıştır. Bundan sonra 5 okuma daha yapılır. Okumaların hepsi aynı olabilir, düşebilir veya yükseltilir. 5 okuma sonunda son periyot tamamlanmıştır. Karıştırıcı durdurulur. Fik çıkarılır. Kalorimetrenin üzerindeki termometre alınır. Kapak açılır, kablolar çıkarılır, karıştırıcı yavaş alınır.

hamba çıkarılıp yerine yerleştirilir. Übubulardan 2.ci görevtillerak okunan kalorimetre bombesinden yavaş yavaş boşaltılır. Bombanın kapağı açılır, kapak aynı üzerine oturtulup, yammasıç tel parçaları alınır ve tartılır.

Kalorimetrenin parçalarını temizlenir deney bitmiştir. Elde edilen değerler formüle konarak yemin yanma ısısı saptanır.

Analiz, aşağıdaki şekilde işletilir ve değerlendirilir.

- 1- Karıştırıcı harekete getirilir.
- 2- Baş dakika bekletilir ve boş dakika sonra okuma yapılır.
- 3- Her bir dakikada okuma suretiler 5 okuma yapılır (Bağlanç Periyodu).
- 4- Devre bağlanarak yem yokılır.
- 5- Her bir dakikada sıcaklık yükünlüğü tesbit edilir (Yama Periyot).
- 6- Sıcaklık sabit kalınca 5 dakikada 5 okuma yapılır (Üm Periyot).
- 7- Yama ve okumalar bitmiştir.
- 8- Karıştırıcı durdurulur.
- 9- Termometre çıkarılır.
- 10- Kapaklar açılır.
- 11- Kablohar çıkarılır.
- 12- Karıştırıcı yama alınır, kurulur.
- 13- Bomba dışarı alınır.
- 14- Boşaltma ventili açılıp gaz boşaltılır(5-10 dakika).
- 15- Yammasıç tel tartılır.

$$\text{Bağlanç P.} = 5 a_1 \rightarrow a_1$$

$$\text{Yama Periyod} = D_t = t_n - t_0$$

$$\text{Son Periyod} = 5 a_2 \rightarrow a_2$$

$$k = 0.5(a_1 + a_2) + (n-1) \times a_2$$

$$5a_1 = \text{Son okuma} - \text{İlk okuma}, ^\circ\text{C}$$

$$t_0 = \text{Bağlanç P.ün son okuması}, ^\circ\text{C}$$

$$t_n = \text{Yama P.ün son okuması}, ^\circ\text{C}$$

$$5a_2 = \text{Son okuma} - \text{İlk okuma} \left(\frac{t}{5}\right), ^\circ\text{C}$$

$$n = \text{Yama P.ün okuma sayısı}$$

$$b_1 = \text{Yammasıç önce telin ağırlığı}, g$$

$$b_2 = \text{Yammasıçın sonra telin ağırlığı}, g$$

$$a = (\text{tel+yama}) - b_1, g$$

$$\Sigma c = (b_1 - b_2) \times 1610$$

Σc = Düzeltme faktörü

$$Q = \frac{S(Dt - k) - \Sigma c}{n} \text{ Cal/g}$$

D_t = Yanma eşnasında ısı yüküseliği

Q = Hükunenin yanma ısısı

S = Kalorimetrenin su cisiminden değeri (3289 Cal)

Mısır unu ile yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Yukarıdaki formüllere tatbik edilerek değerlendirme yapılabilir.

Dakikalar	Belirleme Periyodu	Nece Periyot	Son Periyot
0	19.472	20.843	21.621
1	19.483	21.587	21.621
2	19.489	21.589	21.620
3	19.495	21.590	21.620
4	19.499	21.619	21.620
5	19.535 = t_0	21.617	
		21.620	
		21.622	
		21.624 = t_n	

$$(\text{Mısır unu} + \text{tel}) - \text{tel} = \text{Yem (a)}$$

$$a = 1.7478 \text{ g (yem)}$$

$$b_1 = 0.0086 \text{ g (yanmadan önce telin ağırlığı)}$$

$$b_2 = 0.0034 \text{ g (yanmadan sonra telin ağırlığı)}$$

$$n = 9$$

Denemede elde edilen değerlerden yanma ısısını bulmak için kalori metrenin su cisiminden değerinin bilinmesi gerekir. Bu ısı kalorimetre sistemini 1°C ısıtmak için gerekli ısı miktarıdır. Kalorimetrenin su cisiminden değeri, yanma ısısı bilinen, benzoik asit v.b. bir maddenin kalorimetreye yakılmasıyla saptanır.

Sıcaklığı 2°C yükselten 0.9-1.1 g benzoik asit tartılıp, briket yapılır. Bomba içine konan 10ml suya $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$, $\text{H}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ şeklinde tutulur.

Deney sonunda bombadaki sıvı bir behergüçle alınır. Bombanın içerisini hafif su ile yıkayıp behergüçün içerisine ilave edilir. Toplanan suyun 150-200 ml olması gerekir. Yanmayan tala tartılır. Behergüçle bir saat camı ile kapatılır. Sıvıdaki nitrik asit tesbit edilir. Behergüçteki sıvı karbonik asiti meydana çıkarmak için 5 dakika kaynatılır. 2 damla fenolftalein ilave edilir ve kaynama noktasındaki sıcaklıkta 0.1 N $\text{Ba}(\text{OH})_2$ veya KOH ile titre edilir. 1 ml 0.1 N eriyik 1.43 Cal ye eşdeğerdir.

Kalorimetrenin su ekinin değeri aşağıdaki formülle göre saptanır.

$$S = \frac{Q \cdot a + \Sigma c}{D_1 - k} \text{ Cal.}$$

S = Kalorimetrenin su ekinin değeri, cal

Q = Maddenin yanma ısısı (benzoin asitte 6324 cal)

a = Maddenin ağırlığı, g

D_1 = Isın periyottaki sıcaklık yükselmesi, °C

Σc = Telin ısınmasından meydana gelen düzeltmeler toplamı

$$\Sigma c = (b_1 - b_2) \times 1610$$

b_1 = Yanmadan önce telin ağırlığı, g

b_2 = Yanmadan sonra telin ağırlığı, g

c = Sıvının titriminde kullanılan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ miktarı, ml

k = Kalorimetre sistemi ile ortam arasında sıcaklık değişiminde düzeltme.

$$k = 0.5 (d_1 + d_2) + (n-1) d_2$$

d_1 = Hayalî periyotta sıcaklık ortalaması, °C

d_2 = Soğ periyotta sıcaklık ortalaması, °C

n = Isın periyotta okuma sayısı.

Yakılan maddenin ihtiva ettiği kükürt oksijen içinde SO_2 olarak yanar. Onun büyük bir kısmı ise kalorimetru bombası içerisindeki oksijenle SO_3 olarak yanar ve bomba içindeki saf su ile H_2SO_4 e dönüşür. SO_2 ile saf suyun reaksiyonu sanzimetaki birleşme ısısının her bir ml sinda 0.1 N H_2SO_4 için 3.6 cal çıkarılmalıdır. Maddenin nitrojeni ve hava nitrojeni içinde aynı durum vardır. Nitrojenin bir kısmı NO_2 haline geçer ve sonra saf su ile birleşerek önce HNO_2 sonra HNO_3 teşekkül eder. Bu teşekkül eden HNO_3 in 0.1 N her 1 ml eriyiği için 1.43 cal çıkartılır. Bomba içindeki sıvıda meydana gelen H_2SO_4 ve HNO_3 aşağıdaki şekilde tesbit edilir. Önce bu sıvıda bulunan CO_2 ısıtmak suretiyle çıkarılır. Sonra $Ba(OH)_2$ ile phenolphthalein eşliğinde nötrleştirilir. Bu halde aşağıdaki reaksiyon meydana gelir.



$BaSO_4$ beyaz bir çökelti haline alır. $Ba(NO_3)_2$ ise Na_2CO_3 eriyiği ile çökeltilir. Ve Hattta kalan kısmda Methylorange ilavesiyle HCl ile titre edilir. Reaksiyon aşağıdaki gibidir.



Bombadaki sıvı bir beherglaste CO_2 elimine etmek için minimum 5 dakika müddetle kaynatılır. Sonra 3 damla Phenolphthalein ilavesiyle 0.1 N lik $Ba(OH)_2$ ile titre edilir. Titre edilen eriyik 20 ml. 0.1 N lik Na_2CO_3 eriyiği katıldıktan sonra ısıtılır ve eriyik filtre edilir. Filtre kağıdı saf su ile iyice yıkanır. Beherglastaki sıvıya (filtreden geçen sıvı) 3 damla Methylorange ilavesiyle 0.1 N lik HCl ile titre yapılır. Bu hesaplamada faktörleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanır.

HNO_3 için düzeltme faktörü : $(20 - f) \times 1.45$ cal.
 H_2SO_4 " " " : $(e+f - 20) \times 3.6$ cal.

e = Titrasyonda kullanılan 0.1 N $Ba(OH)_2$, ml

f = Titrasyonda kullanılan 0.1 N HCl, ml

1.45 = 1 ml 0.1 N HNO_3 e eşdeğer düzeltme değeri, cal.

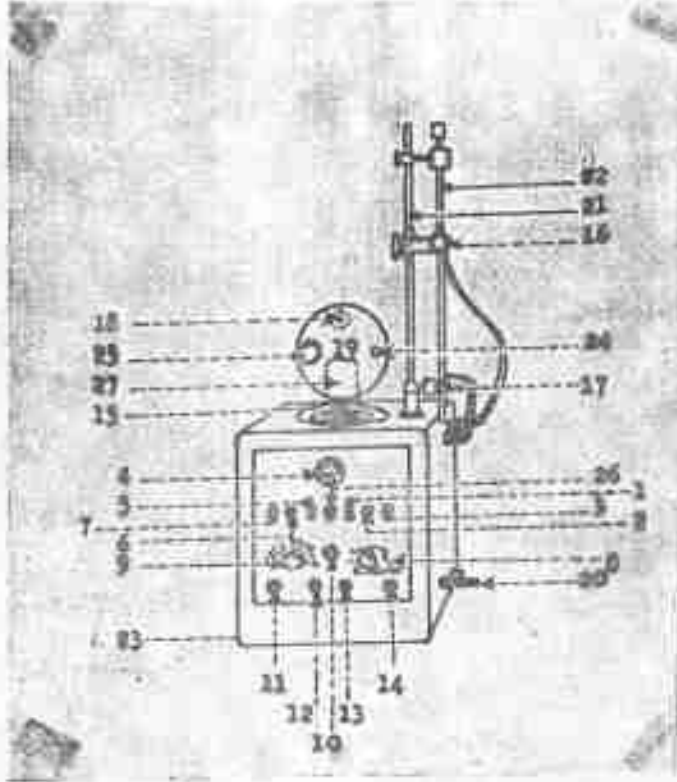
3.6 = 1 ml 0.1 N H_2SO_4 e eşdeğer düzeltme değeri, cal.

Yanma ısısını (Q_0) aynı örnekte paralel olarak tebliğ etmek için laboratuvarda Max. 20 cal/gr. fark kabul edilebilir.

Not: K kalorimetrenin su cisiminden değeri ile maddenin yanma ısısının hesaplanmasında ufak bir fark vardır. Bu cisimden değerin hesabında düzeltme faktörleri olan Z_0 ilâve edilmiş hâlede, yanma ısısının hesaplanmasında çözümlenir. Çözüm alanlarında bir değişiklik yapılması su cisiminden değerin sapmasını gerektirir. Örneğin, termometrenin değiştirilmesi, herhangi bir parçanın tamir edilmesi, kalorimetrenin yerinin değiştirilmesi v.b. durumlarda. En azından 6 ayda bir defa kalorimetrenin su cisiminden değerinin kontrol edilmesi gerekir.

Elektronik kalorimetre zayıf otomatik bir sistemle çalışır. Analiz esnasında dış kap ile iç kap aynı suyu kalır. Her iki kap arasında iki elektrotun Δt (10) değeri bulunur. Cihaz en çok 15 amper ile çalışarak çalışır. Genel olarak 5 amper hızında çalışır (şekil-64).

Bu elektronik sisteme göre restorasyonun aynı suyu kalitede suyun kullanılmasını şarttır. Dış kaptaki suya veya suyu alması ve kullanması doğru değildir (işinmü her neyse farklı olacaktır).



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 - Elektrik anahtarı (devreyi ayar) | 14 - Otomatik ölçer (yakma nis.) |
| 2 - Lamba (devrenin açık olduğunu gösteren) | 15 - Hava ayar düğmesi (dış) |
| 3 - Ölçer (devrenin) | 16 - Mikroskop |
| 4 - Ampereölçe | 17 - Vibratör (termometrede titreşim) |
| 5 - Isıtma anahtarı | 18 - Hava boşaltma deliği (dış) |
| 6 - Lamba | 19 - Kapak |
| 7 - Ölçer (ısıtmanın) | 20 - Dolgu, boşaltma musluğu |
| 8 - E-faktör (fabrikadan ayarlı) | 21 - Isınan termometre |
| 9 - Yakma ayar düğmesi | 22 - Stalif ayağı |
| 10 - Yakma ölçüsü | 23 - Topraklama |
| 11 - Otomatik ölçer (ısıtma nispeti) | 24 - Termometre deliği |
| 12 - Karıştırıcı ve mikroskop ağız ölçüsü | 25 - Fervaneli karıştırıcı |
| 13 - Vibrasyon anahtarı | 26 - Pompa valteri anahtarı |
| | 27 - Fervaneli karıştırıcı motoru |

Şekil - 64 : Adibetik kalorimetre
ve parçaları

Isıtma valterini (5) açarak Ampemetrede (4) ısıtma için ne kadar amper kullanıldığı görüldür. Eğer Ampemetre 15 A'ın üzerine çıkarsa ısıtma valterini derhal kapatmalıdır. Üst kapak (19) açılır ve basınç düğmesi (15) çıkartılıp, muslukta (20) dış kap doluncaya kadar su gönderilir. Basınç ayar düğmesi (15) açılır ve su bu seviyeye gelinceye kadar doldurmaya devam edilir. Basınç ayar düğmesinden suyun gelmesinden sonra bu düğme kapatılır. Kapak üstündeki tutma düğmesi (18) açılır ve (20) tekrar su doldurmaya devam edilir. Kapaktaki tutma düğmesinden (18) su geldikten sonra düğme kapatılır. 20 nolu musluk kapatılıp basınç ayar düğmesi (15) tekrar açılarak havası boşaltılır. Bu işlem mutlaka yapılmalıdır. Aksi halde dış kaptaki suyun ısınması durumunda meydana gelecek yüksek basınçın dış kaba zararı olur.

Kalorimetrenin arka tarafındaki kapak açılır. Altta suğ ve solida 2 adet lastik hortum bağlama uçlarından biri çehir suyunu hortumla bağlanır, diğeri lavaboya boşaltıcı olarak bırakılır (hangisi olursa fark etmez). Cihazın tam gelişmesi bakımından iç kaptaki suyun sıcaklığından, soğutma suyunun sıcaklığı 10°C daha düşük olması gerekir.

Çalışma muhakkak surette topraklanması (23) gerekir. Elektrik valteri (1) ve pompa valteri (26) açılır. Bu esnada işaret lambası (2) yanar. Böylece cihaz gelişmeye başlatılır. Isıtıcı valteri (5) açılır, işaret lambası (6) devamlı yanar. Bu esnada Ampemetredeki (4) ibre takriben 5 A'ı göstermelidir. Eğer Ampemetredeki ibre 5 A'ın altında ise basınç ayar düğmesi (15) açılarak spatül ucu ile bir miktar tuz (NaCl) suya atılır. Ancak, önce ısıtma valterini (5) kapatmalıdır. Tuz atıldıktan sonra basınç düğmesi (15) kapatılır. Isıtma valteri (5) açılarak Ampemetredeki (4) elektrik gücü kontrol edilir. Bu işlem arzu edilen elektrik gücüne eriyinceye kadar tekrarlanır. Fazla tuz ilavesinde arzu edilen elektrik gücüne eriyilmezse dış kaptaki su 20 nolu muslukta boşaltılır. Tekrar su doldurulur. Dışta olursa ayarlanmaz su dış kaptaki uzun süre kalabilir. İzi yükselmesi devam ederken

Kalorimetre elektrik fişini ters çevrilerek prize takılır.

Kalorimetre Bombasının içersine 5 ml saf su konup kapak kapatılır. 25-30 kg/cm² lik oksijenle doldurulur. Bu doldurma işi 30 saniye içinde olmalıdır.

Kalorimetre İç Kabı: Yüksek kromsuz bakırdan yapılmıştır. Elips şeklindedir. Bu şekil suyun sıcaklığının daha homojen olmasını sağlamak içindir. İç kabı daima aynı miktarda kalacak şekilde su konur. Bu seviyenin kalorimetre bombasının ventil altına kaşar olması gerekir. Bunun için suyun tartılması icabeder ki bu da 1 gram hassasiyetdeki terazide yapılmalıdır.

Kalorimetrik tayin genel olarak, 101 farklılığının sağlanması ile yapılır. 0.01 hassasiyette Beckman termometresi kullanılır. Hinde derecesini tahminle okunur. Termometre vibratörü (17) ile sıvı haznesinin açığı imeniindeki tutukluklar giderilir.

Yakma sistemi tekrar 30 Voltluk bir akımla çalışır. Ateşleme ayar düğmesi (9) kullanılan telin direncine göre ayarlanır. Ateşleme transformatorunun fazla elektrik akımından zarar görmesini önlemek için termik sigorta (14) mevcuttur.

Analiz:

- 1- Kalorimetre cihazının dış kabı ve soğutma suyu bağlantıları hazırlanır.
- 2- Kalorimetre bombası, örnek ile birlikte oksijen doldurma suretiyle hazırlanır.
- 3- İç kap su ile doldurulur. Hassas olarak tartılır.
- 4- Kalorimetre bombası iç kabı yerleştirilir.
- 5- Yakma kabloları bombaya bağlanır.
- 6- Üst kapak (19) kapatılır. Termometre (21) kapaktaki deliğe (24) yerleştirilir.
- 7- Karıştırıcı motorunun (27) alt çalter (12) açılır.
- 8- Isıtma çalteri (5) açılır. Birkaç dakika bekletilir. Böylece dış kaptaki sıcaklığın ayarlanması sağlanır. Ayarlama durumu işaret lambasından (6) takip edilir.
- 9- Vibratör çalterini (13) kısa bir müddet çalıştırdıktan sonra Beckman termometreni (2) okunup yazılır.

- 10- Bunun sonra ateşleme (yakma) düğmesine (10) basılır. Ateşleme ayar düğmesi (9) daha önce'len ayarlanmalıdır. Tel, bomba içinde kor haline gelmişinde tok bir ses işitilir. Telin yunmasıyla bu ses kaybolur.
- 11- Takriben 10 dakika sonra, vibratör çalterini kısa bir müddet çalıştırıp non periyot işi derecesini okunur ve yazılır.

Kalorimetrenin su cisiminden değerinin tayini

Enerji değeri tesbit edilmeden önce kalorimetrenin su cisiminden değerinin (W) tayini gerekir. Suyun spesifik ısısı 1.00 dir. Bu ise 1 cal. değerine eşdeğerdir. Ve kalorimetre sisteminin ısısını 1°C yükseltmek için sarfedilen enerjidir. Kalorimetrenin su cisiminden değeri bir ayarlama maddesi ile (benzoik asit) yapılmalıdır. Bir örnekle açıklanabilir. Örneğin; Benzoik asidin enerji değeri 6324 cal/g dir.

$$V_w = \text{Yanma ısısı (benzoik asidin)} = 6324 \text{ cal/g}$$

$$G = \text{Örneğin ağırlığı} = 0.9123 \text{ g}$$

$$10 \text{ cm uzunluğunda tel} = 1.4 \text{ cal/g}$$

Periyot	Zaman (dakika)	Termometre okumaları (°C)		
	0	1.564		
	1	1.566		
	2	1.568	$\Delta_v = 0.0020$	$\Delta_v + \Delta_n = 0.0028$
Başlangıç periyodu	3	1.570	$t_v = 1.569$	$m \cdot t_v = 14.121$
	4	1.572		
	5	1.574 = t_o		
	6	2.191		
	7	3.041		
	8	3.271	$m = 9$	$\frac{t_o + t_n}{2} = 2.216$
	9	3.337		
İkinci periyot	10	3.354	$\sum_{i=1}^{m-1} t = 25.271$	$m \cdot \Delta_n = + 0.0072$
	11	3.358		
	12	3.360		
	13	3.359		$t_n - t_v = 1.785$
	14	3.359 = t_n		

Periyot	Zaman (dakika)	Termometre okumaları ($^{\circ}\text{C}$)	
	15	3.358	
San	16	3.357	
periyot	17	3.357	$\Delta_n = + 0.0008$
	18	3.356	
	19	3.355	$t_n = 3.357$

$$c = m \cdot \Delta_n - (\Delta_n + \Delta_v) \cdot F$$

$$F = m - \frac{1}{t_n - t_v} \cdot \left(\sum_{i=1}^{m-1} t_i + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$$

$$v_w = \frac{w_w \cdot (t_m + c - t_o) - \sum b}{G}$$

$$\Delta_v = 1.574 - 1.564/5 = 0.002$$

$$\Delta_v + \Delta_n = 0.0028$$

$$t_v = 1.574 - 1.564/2 + 1.564 = 1.569$$

$$m \cdot t_v = 14.121$$

$$\Delta_n = 3.359 - 3.359/5 = + 0.0008$$

$$m \cdot \Delta_n = + 0.0072$$

$$t_n = 3.359 - 3.359/2 + 3.355 = 3.357$$

$$t_n - t_v = 1.788$$

$$m = \text{esas periyottaki okuma sayısı} = 9$$

$$\frac{t_o + t_m}{2} = 2.216$$

t_o = başlangıç periyodunun son okuması.

t_m = esas periyodun son okuması

$\sum_{i=1}^{m-1} t_i$ = Esas periyodun 1. okumasından, esas periyodun son. dan bir önceki okumaya kadarki okumaların toplamı.

$$\sum_{i=1}^{n-1} t_i = 2.191 + 3.041 + \dots + 3.359 = 25.271$$

c = kalorimetre ile çevre arasındaki ısı mübadelesi

F = bir sabitedir, 1.0, 1.2, 1.5 olabilir;

= 1.0 (sıcaklık artışı esas periyodun 1. dakikasında 2. dakika ya arasında fazla ise)

= 1.2 (esas periyodun 1. ve 2. dakikasındaki okuma aynı ise)

= 1.5 (esas periyodun 1. dakikasında 2. dakikadan itibaren sürekli ise)

$$c = m \cdot \Delta_n - (\Delta_n + \Delta_v) \cdot F$$

$$c = +0.0072 - (0.0008 + 0.0020) \cdot 1.53 = +0.003$$

$$F = m - \frac{1}{t_n - t_v} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} t_i + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$$

$$F = 9 - \frac{1}{1.788} \cdot (25.271 + 2.216 - 14.121) = 1.53$$

$$\sum b = a \cdot b \cdot c : 1) \text{ tel uzunluğu } \times 1.4 \text{ cal.} = a$$

$$2) \text{ Nitrik asit (ml)} \times 1.5 \text{ cal.} = b$$

$$3) \text{ Sulfürik asit (ml)} \times 3.6 \text{ cal.} = c$$

$$V_w = \frac{W_w \cdot (t_m + c - t_o) - \sum b}{G}$$

$$\text{Yanma ısı} = \frac{\text{Su cisiminden değer} \times (\text{düzeltilmiş ısı artışı}) - \sum b}{\text{Yanma ısı - saptanmış örnek miktarı (G)}}$$

W = kalorimetrenin su cisiminden değeri

V_w = yanma ısı (benzenik sızdır)

G = örnek ağırlığı

t_o = başlangıç periyodunun son okuması

t_m = esas periyodun son okuması

c = kalorimetre ile çevre arasındaki ısı mübadelesi

$\sum b$ = boşhata toplanan gazların cal. olarak değeri.

F = esas periyodun bağlı bir sabite

$$W_w = \frac{V_w \times \rho + \Sigma b}{t_m + c - t_o}$$

$$\Sigma b = 3 + 24 + 14 = 41 \text{ cal.}$$

$$W_w = \frac{6324 \times 0.9223 + 41}{3.359 + 0.003 - 1.574} = 3249.656 \text{ cal}$$

Demek ki, brüt enerji(gross Energy) kalorimetrede sıcaklığın bağlı olarak bulunan enerjidir. Ve kalorimetre bombasında 25-30 Atmosfer basınç altında oksijenle yakılmasıyla meydana gelen ısının ölçülmesinden elde edilen değerlere göre bulunur. Besin maddelerinde ve yemlerde brüt enerji değerleri, Catvel-14 de verilmiştir.(Hafen and Dyer,1969).

Catvel-14 Yemlerin ve Besin Maddelerinin Brüt Enerji(GE) Değerleri (Hafen and Dyer,1969).

	<u>kcal/g</u>		<u>kcal/g</u>
Karbonhidratlar		Proteinler	
Glukoz($C_6H_{12}O_6$)	3.75	Gluten	6.0
Sakkaroz($C_{12}H_{22}O_{11}$)	3.94	Kazein	5.7
Niçasta($C_6H_{10}O_5$)x	4.18	Yumurta albümini	5.7
Sellüloz($C_6H_{10}O_5$)x	4.18	Amino asitler ve NPN	
Yağlar		Alümin($C_3H_7NO_2$)	4.35
Hindistan cevizi yağı	8.9	Trocin($C_9H_{11}O_3N$)	5.92
Tereyağ	9.1	Kreatinin($C_4H_7N_3O$)	4.60
Aspir yağı	9.4	Üre(CH_4ON_2)	2.53
Misir yağı	9.4	Yağ asitleri	
Leytin yağı	9.4	Asetik asit(CH_3COOH)	3.49
Yerfıstığı yağı	9.5	Propiyonik(C_2H_5COOH)	4.96
Yemler		Butirik a. (C_4H_7COOH)	5.99
Mısır unu	4.4	Palmitik($C_{16}H_{32}COOH$)	9.35
Soya	5.5	Stearik($C_{17}H_{35}COOH$)	9.53
Buğday kepeği	4.5	Oleik a. ($C_{18}H_{34}COOH$)	9.50
Keten tohumu kütlesi	5.1		
Sesun	4.4		
Kuru ot	4.4		

6.6.6. Sindirilebilir Enerji (Digestible Energy) (Hafez, 1969).

a) Hamiri sindirilebilir enerji (Apparent Digestible Energy)

b) Hamisi sindirilebilir enerji (True Digestible Energy)

c) Total sindirilebilir besin maddeleri (Total Digestible Nutrients (TDN))

Hamiri sindirilebilir enerji (DE); tüketilen yemin brüt enerjilerden gürme enerjisinin çıkarılmasıyla saptanır. Gürme sindirilmeyen yem artıklarında vücuttaki metabolizma artıklarını ve bakteriyel artıkları kapsar.

Hamisi sindirilebilir enerji (TDE); metabolik gürme enerjisi ile besin maddelerinin besin maddeleri; fakat pentiköz rak uygulanmaktadır.

$$TDE = GE - (FE - DFE)$$

Ancak diğer şekilde tarif edilerek sindirilebilir enerji şeklinde ifade edilmektedir.

Total sindirilebilir besin maddeleri (TDN); DE olarak da ifade edilen enerji çeşitleri sindirimin tamamını sonuçlandırarak elde edilen değerlerin aşağıdaki formülle uygulanmasından saptanır.

$TDN = \text{Sind.H. Protein} + \text{Sind.Karbonhidratlar} + \text{Sind.yağ} \times 2.25$
Yağlar yemden karbonhidratlardan 2.25 katı daha fazla enerji verdiğini muhtemelen getirdiklerinden 2.25 ile çarpılmaktadır.

$$TDN = DP + DDFE + DCF + 2.25(DES)$$

DP = Sindirilebilir Ham Protein (Digestible crude protein)

DDFE = Sindirilebilir N.siz Ext.Kod.(D.nitrogen free extract)

DCF = Sindirilebilir ham Selliöz (D.crude fiber)

DES = Sindirilebilir yağ (Digestible ether extract)

Besin maddelerinin kalorimetrayla saptanan brüt enerji değerleri sindirimin sonuçlarından emilim derecelerindeki farklılıktan dolayı hamisi enerji değeri olarak kabul edilmektedir. Ürünün;

Besin Maddeleri	Brüt Enerji kcal/g	Emilme %	Enerji Değeri kcal/g
Karbonhidratlar	4.10	98	$4.10 \times 0.98 = 4.0$
Yağlar	9.45	95	$9.45 \times 0.95 = 9.0$
Proteinler	5.65	92	$5.65 \times 0.92 = 5.2$

Genellikle fazla su az yağ kapsayan yemler düşük kalorili, az su fazla yağ kapsayan yemler yüksek kalorili yemlerdir.

6.6.3. Metabolik Enerji Değeri

Besin maddelerinde, sindirim sırasında enerji kaybı dikkate alındığında, brüt enerji yerine metabolik enerjinin rasyonda yer almasında yarar bulunmaktadır (Hafen and Dyer, 1969).

Metabolik enerji (ME), tüketilen yemdeki brüt enerji (GE_1) eksi, gübredeki enerji (FE) eksi, sindirim sırasında meydana gelen gazlardaki enerji (GPD) eksi, idrar enerjisi (UE) olarak tanımlanır. İnsan beslenmesinde gaz kaybı genellikle elimitne edilmekte ve metabolik enerji ile ağır anlamda olan fizyolojik fakat değeri (FFV) olarak ifade edilmektedir. Nitrojenin tutulması veya vücuttan kaybı (ME_N) (Hubner, 1901) veya fermentasyon izası (ME_u) (Blaxter, 1962) için bazı araştırmacılar tarafından değişik düzeltmeler yapılmıştır (Hafen and Dyer, 1969).

$$\begin{aligned} ME &= GE_1 - FE - GPD - UE \\ ME_N &= ME - (\text{Nitrojen bulaşısı} \times 7.45 \text{ kcal}) \\ ME_u &= ME - 0.8 \text{ GPD} \end{aligned}$$

Sindirim sırasında meydana gelen gazlardaki enerji (GPD) değeri olarak CH_4 gazı esas alınmaktadır.

Sindirilebilir enerjiden ruminant rasyonları için ME hesaplanmasında genellikle kullanılan faktör 0.82 dir. Bu değer, ortalama 3616 kcal/kg TDM e ekvivalentir. Fakat 3563 - 4000 kcal ME/kg TDM arasında değişir (Brody, 1945). Çerçü ruminant rasyonlarının metabolik enerji değeri (ME) sindirilebilir enerji (DE) değerinin ortalama % 82 civarında ise de bu sadece bir tabiidir. Müferit rasyonlar için bu değer sindirilebilir enerji değerinin (DE) % 80-90 ı olabilir. Kasan yemün kompozisyonunu gösteren tablolarda verilen metabolik enerji (ME) değerleri genellikle sindirilebilir enerji değerinin % 82 si olarak hesaplanmıştır. Metabolik enerjinin ölçülerek bulunması değeri sindirilebilir enerji değerinden daha kesin değerlerdir. Fakat

İdrar,metan gazı ve gübre ile kaybolan enerjinin saptanmasında gerçek değerin bulunması oldukça zordur.İdrar ve gübre ile atılan enerjinin bulunması rutin analizlerle olabilmekte fakat, metan gazı olarak kayıpların ölçülmesinde özel ekipman gerekmektedir.

Metabolik enerji değeri, laboratuvarında bulunan bazı analiz sonuçlarının ilgili sabit sayılarıyla çarpılmasıyla formülden yararlanarak tesbit edilmektedir. Örneğin;ham yağ, ham protein, şeker ve niyasta analizleri yapıldıktan sonra,elde edilen değerler,küme kamatlarında aşağıda verilen Carpenter-Clepe formülüne uygulanarak saptanır.

$$ME = 38 (A + B + C + D) + 53 \text{ Cal/kg}$$

$$\begin{aligned} A &= 1.00 \times \% \text{ Ham protein} \\ B &= 2.25 \times \% \text{ Ham yağ} \\ C &= 1.10 \times \% \text{ Niyasta} \\ D &= 1.05 \times \% \text{ Şeker} \end{aligned}$$

Ham protein ve ham yağ Weender analiz yöntemine göre saptanır(Ak-yıldız,1965).Niyasta tayini için 2.5 g örnek 100 ml lik balon jöjeye konup 25 ml $\% 25$ HCl(D=1.125)ilave edilir.Balon çalkalanarak örneğin zelaşması sağlanır.Tekrar 25 ml aynı esitten konup,kaynayan su banyosunda 3 dakika çalkalanarak toplam 15 dakika bekletilir.Su banyosundan çıkarılıp 30 ml saf su eklenir.20°C ye kadar soğutulur.5 ml Carrez-1 çözeltisi katılıp 1 dakika,5 ml Carrez-2 çözeltisi katılıp 1 dakika daha çalkalanıp saf su ile 100 ml ye tamamlanır.Çalkalanıp süzülür.Süzülmüş optik sapması polarimetre veya sakkarimetreye ölçülür.

100 ml lik balona 5 g örnek+80 ml $\% 40$ etanol konup 1 saat oda sıcaklığında bekletilir.5-6 defa çalkalanıp çingiatne kadar aynı etanol ile tamamlanır,çalkalanır ve süzülür.50 ml süzük pipetle alınıp 250 ml lik çilif-II erlenmayere konur ve 2.1 ml $\% 25$ lik HCl ilave edilip çalkalanır ve geriye soğutucu sisteme 15 dakika kaynayan su banyosunda tutulur,saf su ile 100 ml lik ölçü balonuna yıkanır ve 20°C ye soğutulur.Berraklaştırmak için Carrez-1 ve 2'den katılıp çalkalanıp saf su ile tamamlanıp süzülür.Optik sapma, sakkarimetre veya polarimetreye bulunur.Formülden $\%$ niyasta tesbit edilir.

$$\text{Niyasta, \%} = \frac{2000 (P - P_1)}{a}$$

F - Okunan optik sapmaların toplamı
F₁ - %40 etanolde çözünen maddenin optik sapması
a - Saf nişastanın özel saptırma yeteneği

<u>Nişastalar</u>	<u>"a" değeri</u>
Pirinç nişastası	185.9 ^o
Patates nişastası	195.4 ^o
Khair nişastası	184.6 ^o
Buğday nişastası	182.7 ^o
Arpa nişastası	181.5 ^o
Tulaf nişastası	181.3 ^o
Karun yemlerindeki niş.	184.0 ^o

Carrez-1 çözeltisi: 219 g çinko asetat, $Zn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$, 3 g asetik asit, CH_3COOH , saf suda çözdürülüp 1000 ml ye tamamlanarak hazırlanır.

Carrez-2 çözeltisi: 106 g potasyum ferre silyanür, $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$, saf suda çözdürülerek 1000 ml ye tamamlanıp hazırlanır.

Şeker tayini (B) için, 20 g örnek 150 ml saf su, 500 ml lik çalkalama balonuna konup yarım saat çalkalanır. Çözeltiyi berraklaştırmak için 6 ml Carrez-1 çözeltisi katıp 1 dakika, 6 ml Carrez-2 katıp 1 dakika daha çalkalanır ve saf su ile 500 ml ye tamamlanıp çalkalanır, süzülür. 100 ml lik balona; 50 ml süzük + 25 ml saf su + 5 ml $HCl(D-1.19)$, konup $70^{\circ}C$ nis. üzerine kadar ısıtılmıy su banyosunda, balon içindeki sıcaklık $67-70^{\circ}C$ ye gelene kadar bekletilir. Sonra 5 dakika sık sık çalkalanıp aynı sıcaklıkta tutulur. Daha sonra balon, soğuk su banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutulur. Termometre balon içinde yakınıp çıkarılır. Çözelti %28 H_2SO_4 ile %0.2 lik fenolftalein indikatöründe nötrale edilip saf su ile tamamlanır ve süzülür. 300 ml lik erlenmayer, 20 ml süzük + 25 ml Luff çözeltisi + 5 ml saf su, konur. Birkaç parça sünger taşı katıp, 6-7 cm çapında ortası delik aspestli tele yerleştirilip 2 dakikada kayrayacak şekilde alev yükseltilir. Kaynar durumda 10 dakika tutulur. Derhal $20^{\circ}C$ ye soğutulup 5 dakika bekletilir. 3 ml 1 N KI çözeltisi, 20 ml %25 lik HCl ve 10 ml %20 lik H_2SO_4 çözeltisi ilave edip, CuI re dönüşüm ile I oluşumu meydana gelir. Köpüklenme duruncaya kadar çalkalamaya devam edilir. Sonra 0.1 N sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre edilir. Titrasyonun sonuna doğru 1 ml %2 lik nişasta çözeltisi ilave edilir. Koyu maviden kuruyun griye dönüşüne kadar titrasyona devam edilir. Harcanan $Na_2S_2O_3$ çözeltisi saptanır (X). Aynı şekilde saf su ile kör hazırlanıp harcanan çözelti bulunur (Y). Y-X farkına göre cevelden invert şeker tesbit edilir (Cetvel-15).

Tablo-15:10 dakika kaynama sırasında 25 ml lütf çözeltili için çeker miktarları

O.I.E No	Ölümce, Pektin veya İnvert Çeker, mg (C ₆ H ₁₂ O ₆)	Laktöz, mg (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	Kalıtın, mg (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)
1	2.4	3.6	5.9
2	4.8	7.3	7.8
3	7.2	11.0	11.7
4	9.7	14.7	15.6
5	12.2	18.4	19.6
6	14.7	22.1	23.5
7	17.2	25.8	27.5
8	19.8	29.5	31.5
9	22.4	33.2	35.5
10	25.0	37.0	39.5
11	27.6	40.8	43.5
12	30.3	44.6	47.5
13	33.0	48.4	51.6
14	35.7	52.2	55.7
15	38.5	56.0	59.8
16	41.3	59.9	63.9
17	44.2	63.8	68.0
18	47.1	67.7	72.2
19	50.0	71.7	76.5
20	53.0	75.7	80.9
21	56.0	79.8	85.4
22	59.1	83.9	90.0
23	62.3	88.0	94.6

Buna edilen değerler aşağıdaki formülle yerlerine konup değerlendirilir.

$$\text{Toplam çeker, \%} = \frac{a + 100 \cdot f}{b}$$

(Bakkaroz)

(a) : Çatveleden bulunan invert çeker, g

(f) : Bakkaroz için faktör (= 0.9215)

(b) : Analiz çözeltilerinin karşılığı olan örnek, g

Lütf çözeltili 50 g C₁₂H₂₂O₁₁(CO)(COOH)₃·H₂O, sitrik asit 50 ml saf suda çözülür. 300 g kristal Na₂CO₃·10 H₂O veya 143.73 g sulu Na₂CO₃ 350 ml lik su içinde çözülür. Her iki çözelti, 1000 ml lik tır ölçü balonunda toplanır. Demir kapaklı 25 g CuSO₄·5H₂O in 100 ml saf sudaki çözeltisi de balona eklenir ve saf su ile tamamlanıp çalkalanır, süzülür.

Analiz edilecek materyalin çeker miktarı yavaş olup yapışkan bir yapı gösteriyorsa ise, önce 10 g 'a 500 ml. lik çalkalama pipetinde 350 ml saf su ile 30 dakika çalkalanır. Berraklaştırmak için Carrez-1 ve Carrez-2 den 10'er ml. ilave edilir. Diğer işlemler aynı uygulanır.

Hayvansal yağ ve arıtılmış pamuk tohumu sabitlenmiş gibi maddelerde ham protein, glikojen ve nişasta değerleri sıfır kabul edildiğinden ME değerleri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$ME, \text{Kcal/kg} = 53 + 36 B$$

$$B = \text{Ham yağ, \%} \times 2.25$$

$$B = 100 \times 2.25 \text{ (sıvı yağlarda yağ miktarı 100 olduğu için)}$$

$$ME, \text{Kcal/kg} = 53 + 36 \times 225$$

$$ME = 8603 \text{ Kcal/kg} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Domuz yemlerinin ME değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Hafen and Dyer, 1966).

$$ME, \text{kcal/kg} = \text{Sind. En. (SE), kcal/kg} \times 0.96 - \frac{0.202 - \text{protein, \%}}{100}$$

Gelişim dönemindeki domuzların ME tüketimi ile protein ve yağ içeriği arasında aşağıda görüldüğü gibi bir ilişki saptanmıştır (Kielanowski, 1972).

$$ME = a + b_1 \text{ protein artışı} + b_2 \text{ yağ artışı}$$

$$(a) = \text{yaşamaya payı enerji ihtiyacı (ME}_0\text{)}$$

$$3-90 \text{ kg domuzlarda ; } ME_0 = 171.8 \text{ kcal } W^{0.63}$$

$$ME_0 = 109.5 \text{ kcal } W^{0.75} \quad (\text{Sowley and Evans, 1963})$$

$$W = \text{vücut ağırlık}$$

6.6.4. Net Enerji (NE)

Metabolik enerji ile artan etkinlik arasındaki farktan NE oluşur. Tüketilen yemin üretilen ürün için kullanılan net farklı olduğundan, çeşitli ürünlerin yapısında NE farklı olmaktadır. Üretim, NE₁, yağ besisinde (NE₂), süt üretiminde (NE₃), büyümede (NE₄), gebelikte (NE_{preg}) veya iş için (NE_{work}) farklı olmaktadır.

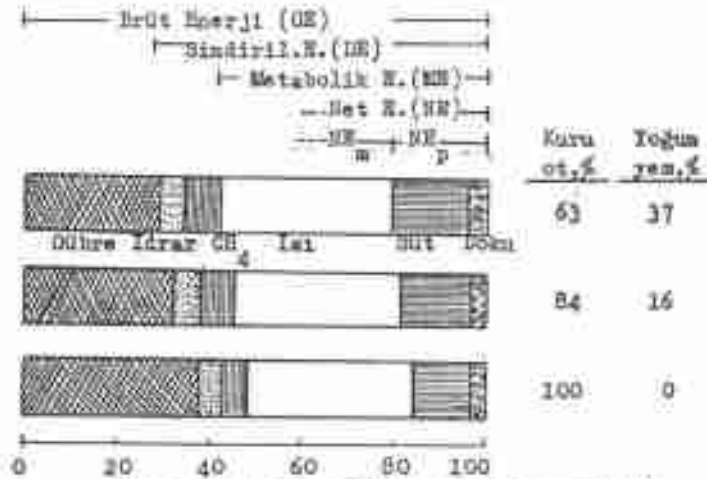
$$NE = GE_1 - PE - GFD - UN - EI$$

$$NE = NE_m + NE_f + NE_1 + NE_2 + NE_{preg} + \dots + NE_{work}$$

$$EI = \text{İz enerji}$$

$$NE_m = \text{Yaşamak için net enerji}$$

Enerji çeşitlerinin hayvansal üretimdeki yitimi payları aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Şekil-65) (Hafen and Dyer, 1969).



Enerji dağılımı (tüketilen Brüt enerji, %)
Şekil-65: Kuru ot ve yoğun yemle beslenen laktasyondaki sığır ineklerinin enerji bilançosu (Hafes and Dyer, 1969).

Respirasyon hesaplarından ve kalorimetrik ölçümlerinden elde edilen değerlerden kaliforniya net enerji sisteminin hesaplanmasında aşağıdaki formüller uygulanır.

$$NE = 1.393 TDN - 34.63$$

$$NE = \text{mega kalori} / 45.36 \text{ kg. kuru madde}$$

Boğaların ve develerin beslenmesinde ağırlık artışları farklı olduğundan NE değerleri aşağıdaki formüllerden bulunur.

$$\text{Boğalarda} \quad NE_g = 52.72 g + 6.84 g^2$$

$$\text{Develerde} \quad NE_g = 56.03 g + 12.65 g^2$$

$$NE(\text{kcal}) = \text{Günlük ağırlık (kg)}^{3/4}$$

$g = \text{günlük ağırlık artışı (kg günün başında)}$

İngiliz sistemine göre net enerji değeri diğerlerinden farklılık gösterir. İngiliz sistemde rasyonun metabolik enerji değeri emz alınmıştır.

$$ME = 9,6 - 0,11 Q_m$$

Q_m = Total rasyonun ölçülen ME değeri

$$k_m = 54,6 + 0,30 Q_m$$

k_m = Beleme için metabolik enerjinin değerlendirilmesinin etkinliği

$$Q_m = \text{Rasyonun ME si} \quad Q = \frac{ME(\text{Metabolik enerji})}{GE(\text{Rasyonun brüt enerjisi})} \times 100$$

Yağ besisinde;

$$k_f = 0,61 Q_m + 3,0$$

$$k_f = \text{ME nin değerlendirilmesinin etkinliği}$$

Rostock sistemine göre net enerji değeri; yağ besisinde,

$$NE_f = 1,71 DP + 7,32 DEF + 2,01 DCF + 2,01 DNPE$$

DNPE = Sindirilebilir N. sis ext.mad.

DP = Sindirilebilir ham protein

DEF = Sindirilebilir yağ

DCF = Sindirilebilir ham selüloz

6.6.5. Enerji Metabolizmasına Belirleme Yöntemleri

Karbohidrat, yağ veya protein gibi besin maddelerinin yanabilmesi için belli miktarda oksijene bulunması şarttır. Besin maddeleri hayvan vücudunda yandığı zaman meydana gelen ısı ile metabolizma sonunda atılan etki maddeleri arasında aşağıdaki ilgi vardır.

$$In(\text{kcal}) = 3,866 O_2 + 1,200 CO_2 - 0,518 CH_4 - 1,431 N$$

N : İdrardaki N, g

O_2 : Oksijen tüketimi, lt

CO_2 : Karbondioksit üretimi, lt

CH_4 : Metan üretimi, lt

Yanma sonunda meydana gelen CO₂ volümünde kullanılan O₂ volümüne oranına respirasyon katsayısı denir ve ana besin maddeleri olarak bilinen karbonhidrat, yağ ve proteinlerde farklılıklar gösterir.

Karbonhidratlarda, RE = 1 dir Örneğin ;

1 gram glikojen (polisakkarit) yanınca 0,829 lt. CO₂ verir.

1 g glikojen yanması için; 0,829 lt O₂ harcar

$$RE = \frac{0,829}{0,829} = 1 \text{ dir.}$$



Yağlarda, CO₂ in birim hacmine fazla miktarda O₂ gerektiğinden RE daha düşük, RE = 0.7 dir. Örneğin;

Tristearinde;



$$RE = \frac{57 \text{ vol. CO}_2}{81,5 \text{ vol. O}_2} = 0,70$$

Tripalmitinde;



$$RE = \frac{51 CO_2}{72,5 O_2} = 0,7$$

Tri oleinde;



$$RE = \frac{57 CO_2}{80 O_2} = 0,71$$

Tabii yağlarda, 1 gram yağ

Yanınca 1,419 litre CO₂ verir

Yanması için 1,995 " O₂ harcar.

$$RE = \frac{1,419}{1,995} = 0,71$$

Proteinlerde ise; amino asit miktarına bağlıdır. Yüksek seviyede oksijen kapsayan proteinlerde yanma tam olmaktadır, yanmayan maddeler idrara geçmektedir. Bu nedenle atık maddelerinin de dikkate alınması gerekir. Ortalama olarak RE = 0.8 olan proteinlerde respirasyon emsali indirekt yolla hesaplanmaktadır.

1 g protein yanınca 0.775 lt CO₂ verir
yanması için 0.965 lt O₂ harcar.

$$RE = \frac{0.775}{0.965} = 0.803$$

Respirasyon emsali yardımı ile hangi besin maddelerinin yanma işleminde bulunduğu saptanabilir. Bilhassa nitrojenli maddelerden yani karbonhidrat ve yağlardan hangisinin oksidasyona katıldığına saptamak için önce gaz çevriliminden proteinlere isabet eden kısım çıkarılır.

Üstül hayvanlarda daha çok karbonhidrat oksidasyonu olduğundan RE = 0.9 - 1.0 arasında değişir.

Etçil hayvanlarda daha çok protein oksidasyonu olduğundan RE = 0.75 - 0.85 arasında değişir.

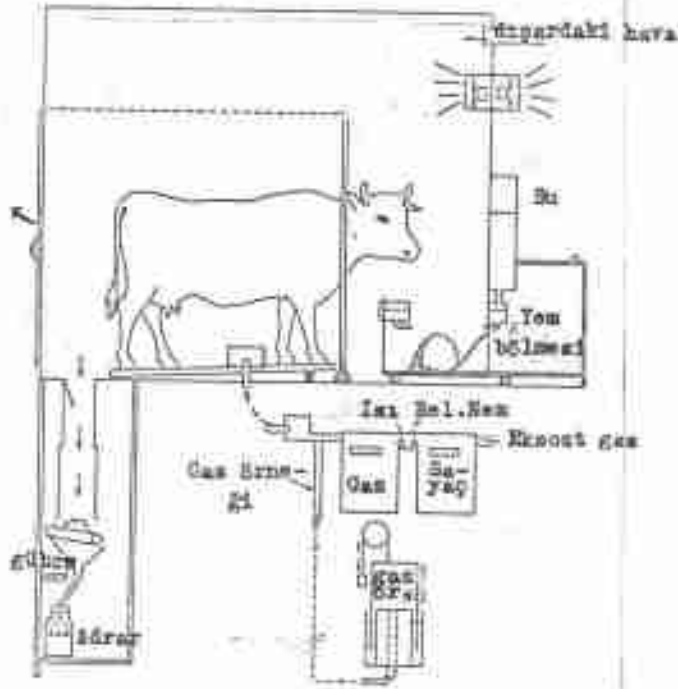
Hayvan sürü aç bırakılan hayvanlarda daha çok yağ oksidasyonu olduğundan RE = 0.71 - 0.75 arasında değişir.

Tavukların ağırlık periyodunun RE = 0.6 - 0.52 ye kadar düşer.

Hayvan organizmasında enerji metabolizmasını araştırmak için enerji çevrilimini saptamak gerekir. Enerji çevrilimi iki şekilde bulunur.

1. Direkt kalorimetri
2. İndirekt kalorimetri

1. Direkt yoldanla enerji metabolizma sonucu meydana gelen ve vücuttan dışarıya çıkan enerji miktarını bulmaktır. Bunun için hayvan, hayvan kalorimetresine konup dışarı verdiği sıcaklık saptanır (Şekil-66).



Şekil- 66: Büyükbaş hayvanların enerji metabolizmalarını saptamada kullanılan sistem (Hafez and Dyer, 1969).

Hayvan kalorimetresi ; ısı kaybını önlemek için tahta ve metalden yapılmıştır. Genellikle deneme süresi kısadır. Kalorimetre içerisine yem uygun bir yere yerleştirilip, hayvan girip çıkması iyi korunmuş kapılardan dışarı alınır. Gübre ve idrar özel tarzlarda toplanır.

Enerji çevrilimi intenzon yemin her enerji miktarlarının bilinmesi gerektirir. Bunun için semis kalori retrede gikilimayla inç. 4616mleri saptama formülle inç. 4616mleri kalori olarak bulunur. Ve her iki yönteme de aynı şekilde, aygıtın belirtilmiş olduğu gibi enerji bilançosu tesbit edilir.

2. İndirekt yöntemde, hayvana verilen yemik enerji ile vücuttan atılan gübre, idrar ve metan gası gibi maddelerdeki enerji saptanır, bunların farkından çevrilebilir enerji bulunmaktadır. Alınan oksijen ile atılan CO₂ ve N₂ miktarından vücutta oksidasyon uğrayan protein, yağ ve karbonhidrat miktarı saptanır.

İnşuş (Her iki yöntemde de aynıdır) :

A - Yemle hayvan vücutuna bağlanan enerji;

5.250 kg. Çayır otu	23170.4 cal
2.500 kg. Melas	10814.0 cal
0.750 kg. Pamuk Tohumu	3945.0 cal
	<hr/>
	37929.4 cal.

B - Atık maddeleriyle hayvan vücutundan atılan enerji;

2.700 kg. Gübre	12320.64 cal
9.250 kg. İdrar	1798.20 cal
0.200 kg. Metan	2676.42 cal
	<hr/>
	16795.26 cal

Bilanço :

A-B = Çevrilebilir Enerji

$$37929.40 - 16795.26 = 21134.14 \text{ cal}$$

$$\text{Yaşamı payı gereksinimi} = 14681.70 \text{ cal}$$

$$\text{Vücutta kalan} = 6452.44 \text{ cal}$$

bulunur. İki teğekkül karbonhidratların vücutta alınmasından 1-2 saat, proteinlerin alınmasından 2-4 saat sonra en yüksek dereceye ulaşır.

7. KEMİYOLUJİK KESİTİ PRİNİPİLERİ.

7.1. Atom Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

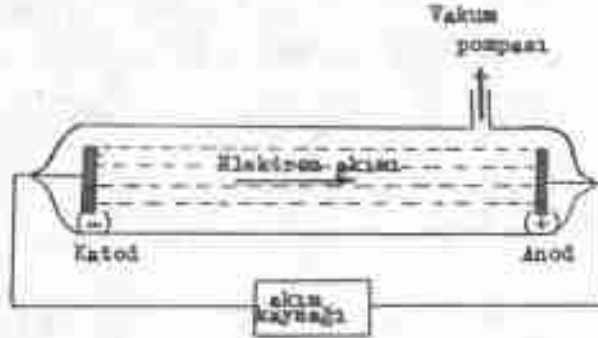
1804 yılında İngiliz Öğretmen John Dalton cisimlerin kimyasal bileşiklerini kantitatif olarak analiz ederek atom teorisini kesin prensiplere bağlamıştır. Bu yıllarda Dalton kimyasal maddelerin iki veya daha fazla basit elemente ayrılabilceğini, saptanmış ve bu maddelerin parçalarına ayrılabilmesini bileşik, ayrıştırılmamış element olarak isimlendirmiştir. Dalton ve diğer bilim adamları, özel bir kimyasal bileşiğin daima aynı elementleri içerdiğine aynı oranlarda ihtiva ettiğini göstermişlerdir. Örneğin, hidrojen ve oksijenin su şeklinde birleşebilmeleri için oksijen ağırlığının hidrojen ağırlığından 8 defa fazla olması gerektiği, aksi halde geriye bir miktar oksijen veya hidrojen artığı saptanmış ve bu durum "Belirli oranlar kanunu" olarak kabul edilmiştir. Dalton su molekülünü H_2O olarak bildiğinden bir oksijen atomunun ağırlığına, hidrojen atomunun ağırlığından 16 kat yerine 8 kat olarak belirtmiştir.

Buna benzeri birçok yapılarında bulunan hidrojen ve oksijenden yapılmış hidrojen peroksit ile "Katlı oranlar kanunu" isih edilmiştir. Burada, hidrojen peroksit'teki oksijen ağırlığına, saf su'daki oksijen ağırlığından 2 misli fazla olduğu görülmüştür. Bu prensiplerden sonra Dalton şu sonucu ulaştırmıştır.

- a- Bütün kimyasal elementlerin herbi birbirinin aynı olan, atom denen ve daha fazla bölünmeyen küçük parçacıklardan ibarettir.
- b- Kimyasal bileşikler molekül denen temel biricilere sahiptirler,
- c- Moleküller bulunmadan elementlere ayrılmasızlar.

Dalton, bir bileşiğin nit molekülün iki veya daha fazla elementin atomlarının birleşmesiyle meydana geldiğini saptamıştır.

1850 yılından önce, elektrik yükü, elektrik akımı, ışık ve sıvı maddeler içerisindeki akım durumu hakkında genel bir kavram vardı. 1856 yılında mesleği dâmcılık olan Alman Heinrich Geissler emme tulumunu yaparak basıncı 10^{-5} atmosfer olan cam bir tüp içinde bir metale bağlanmış iki teli Şekil-67 de görüldüğü gibi yerleştirmiş ve tübün elektrotlarına yüksek voltaj verilmişse, negatif yüklü bir elektrik akımının katodtan anoda doğru aktığını saptamıştır.



Şekil-67: Geissler Tübü

1890 yılında, havası tamamen boşaltılmış tüp içerisindeki elektrik akımının, elektrotlar arasında düz hatlar halinde çok hızlı hareket eden negatif elektrik yüklerinden meydana geldiği bulunmuştur. Negatif elektrottan çıkan ve görülmeyen bu yük akımına "katod ışınları" adı verilmiştir.

İngiliz fizikçisi olan Joseph J. Thomson, ışınların elektrik yüklü metal levhalar ve mıknatıslarla sapırılmalarını sağlayarak bir katod ışın tübü yaparak; elektrik yükünün maddesi gibi parçacıklardan meydana geldiğini, yük akımının birbirine benzer çok küçük parçacıklar halinde olduğunu, bu parçacıkların hızının ışık hızının 1:10 kadar (3×10^9 cm/sn) olduğunu bulmuştur. Ayrıca küçük bir parçacığın yükünde ağırlığının oranı saptanmış ve en küçük atom olan hidrojen atomunun ağırlığının, küçük bir

negatif partikül ağırlığından hemen hemen 2000 kere büyük olduğu bulunmuştur. Thomson tarafından bazıları septenon küçük negatif partiküllere "elektron" adı verilmiştir.

Thomson, bir taldaki elektrik akımının, atomdan atoma kolayca geçebilen elektrik akımına el değene ve elektrikçe yüklenmiş atom ve dört atom arasındaki farkı, yüklenmiş olan atomun bir veya daha çok elektron kazanmış veya kaybetmiş olması şeklinde açıklamıştır. İlk atom modeli, Thomson tarafından ortaya atılmıştır. Buna göre atom, negatif ve pozitif yüklerden meydana gelmiş bir küredir. En küçük pozitif yüklü parçacık külesinin hidrojen atomunun külesine hemen hemen eşit olduğu ve bu parçacığın pozitif bir hidrojen iyonu (elektronun hidrojen iyonu) olduğu saptanarak daha sonraları bu parçacığa "proton" adı verilmiştir.

1867 yılında Nispos de Saint Victor, uranyum tuzlarının gümüş klorürü bulandırıldığını bulmuş ve böylece ilk kere radyo-aktivite keşfedilmiş, fakat bunun radyoaktivite olduğu saptanmamıştır.

1895 yılında Fransız fizikçisi Henri Becquerel radyasyon ile ilgili çalışmalar yaparken, bundan birkaç ay evvel Alman Wilhelm Roentgen, dolap geçen radyasyonu keşfetmiştir. Becquerel çeşitli kimyasal maddelerle deneyler yaptığı sırada, siyah bir fotoğraf kağıdına sarımsı uranyum elementinin fotoğraf filmi gölgelenmişliğini tesadüfen bulmuştur. Daha sonra bazı elementlerin atomlarının, bunı zamanlarda yüksek hisse yük taşıyıcı parçacıklar yaparak kendilerini başka bir elementin atomu haline çevirdiklerini bulmuş ve bunu yapan atomlara "radyoaktif atom" adını vermiştir.

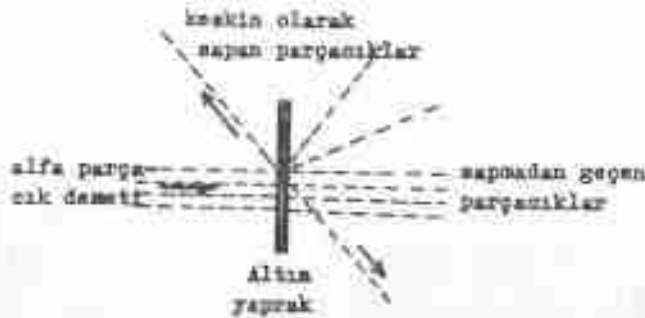
1898 yılında Marie Curie, Becquerel'in deneyini açılıştı, bunun nedeninin çinko x ışınları olduğunu bildirmiş, bu arada Uranyum, Toryum (Th), Polonyum ve Radyumu bulmuştur.

1899 yılında Rutherford radyasyon konusunda bu olayların olduğunu, sebebin alfa ve beta ışınları olduğunu söylemiştir.

1900 yılında Ray Curie bu olayların γ ışınlarından olduğunu saptayıp aynı yıl Planck ; kuantum teorisini açıklamıştır.

Ernest Rutherford ilk defa alfa ışınlarının bulmuş ve bunun pozitif yüklü helyum atomları olduğunu açıklamıştır.

1903 yılında Rutherford ve Frederick Soddy, tabiiatta bulunan ve atom ağırlıkları büyük olan belirli atomların, kendi kendilerini bir alfa veya beta partikülü çıkararak yeni bir atoma çevirdiklerini açıklamışlardır. Bu yeni atomların kima veya usun bir zaman sonra radyoaktif olan başka atomlara çevrildikleri saptanmıştır. Bu deneylerde, bölünme işleminin sabit bir atom meydana gelinceye kadar kesme kesme devam ettiği görülmüştür. Rutherford altın plaka üzerine alfa partikülleri göndererek partiküllerin penetrasyon güçlerini tetkik etmiştir. Alfa partiküllerinin büyük bir kısmı hiç bir değişiklik olmadan plaktan geçtiği halde birkaç tanesi çok açıyla sapıtıldığı tesbit edilmiştir (Şekil-68).



Şekil-68: Rutherford'ün çekirdek kavramına yönelik deneyi.

1908, 1909 yıllarında, Rutherford ve Geiger, alfa ışını ile çarpıp, parçacığın yükünü ölçmüşler; Rutherford ve Royce $\frac{2}{2}\text{He}$ elektronlarının sayısı helyum çekirdeğinin sayısına eşittir.

1911 yılında Rutherford atom fikrini ortaya atarak bir atomun kapladığı alan 1 mil, çapında olursa kabul edilir; çekirdeğin ağırlığının 184 g. çapının 10^{-6} cm olduğuna elektronunun 0.1 g ve 10^{-13} cm çapında olduğunu belirtmiştir. Bu değerlere göre çekirdek ile elektronlar arasında çok büyük boşluklar olduğu, atomun yük ve kütlelerinin çekirdekte toplandığı ve çekirdek etrafında dönen elektronların da çekirdekten çok uzak bir mesafede bulunduğunu sonucuna varılmıştır.

Çekirdeğin pozitif, elektronun negatif yük taşıdığı; yükleri tamamen ters olmasına rağmen büyüklüklerinin birbirine eşit olduğu saptanmış ve bütün atomların elektron kapasitesi normal bir atomun elektrikle nötr olduğu açıklanmıştır. Ü tarihlerde nötr hidrojen atomunun bir elektron bulunduğunu saptanmış ve bir hidrojen çekirdeğindeki yük, temel pozitif yük birimi olarak kabul edilerek hidrojen çekirdeğine birinci nölemine gelen "Proton" (p proton) adı verilmiştir.

1900 yılında Max Planck ışın cisimler tarafından yayılan ışınların spektrumunu açıklamak için, enerjinin sürekli olarak değil, fakat enerji parçacıkları yani "kuantalar" şeklinde yayılabileceğini veya sönebileceğini saptayıp "kuantum teorisini" kurmuştur. Ona göre herhangi bir kuantumun enerjisi, ışın frekansına bağlıdır ve aşağıdaki formülle saptanır.

$$E = hf$$

$$h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Joule saniye (Planck sabiti)}$$

$$f = \text{saniye}^{-1} \text{ (ışının frekansı)}$$

Buna karşın Albert Einstein tarafından fotoelektrik olayında da kuantum teorisinin açıklanabileceği ileri sürülmüştür. Bir metal yüzey üzerine uygun frekansa bir ışık düşerse

şu şekilde bu yüzyılda elektron çıkarılabilir. Metalden ayrılan elektronların kinetik enerjisi ışığın frekansına bağlı olmayıp frekans ile orantılıdır. Ayrıca yüzyılda çıkarılan elektronların sayısı ışık frekansına bağlıdır.

Einstein; ışığın, foton denen ve enerjisi hf olan parçacıklardan meydana geldiğini göstermiştir.

$$hf = W + \frac{1}{2} mV^2$$

W = Elektronu metalden ayırmak için gereken enerji

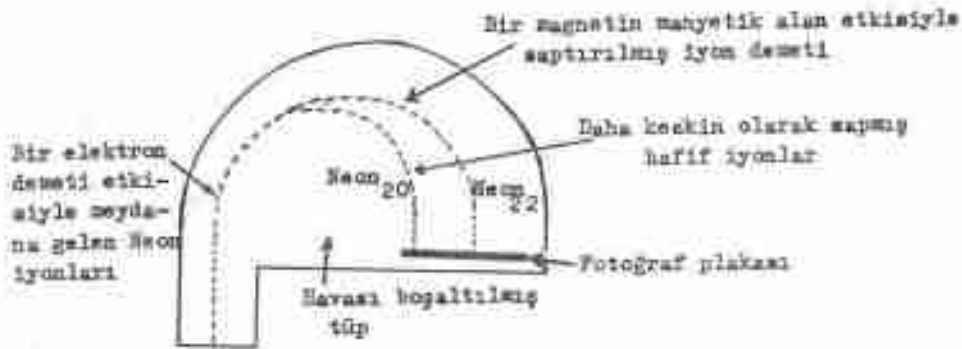
$\frac{1}{2}mV^2$ = Elektronun kinetik enerjisi

Fotoelektrik olayının meydana gelebilmesi için hf nin W den büyük olması gerekir. Periyodik cetvelin birinci grubundaki aktif metallerin fotoelektrik olayın meydana gelebilmesi için bu metallerden elektron ayırılabilir.

1912-13 yıllarında Frederik Soddy, bir radyoaktif atomun çökürdüğüne karşılık bir alfa parçacığı (ya çökürdüğü) yaydığı zaman tam ağırlığından daha da yavaşça kaybolduğunu gözlemledi, ayrıca bir çökürük bir beta parçacığı (negatif elektron) yaydığı zaman daha pozitif yükünden oluştuğunu, ağırlığının ise aynı kaldığını açıklamıştır. Soddy, böylece birçok radyoaktif maddelerin ağırlıklarının ve yüklerinin yavaş yavaş değiştiğini ve ayrıca farklı yükleri taşıyan farklı ağırlıklarda radyoaktif maddelerin meydana geldiğini de gözlemledi. Kimyasal bakımdan aynı kimyasal elementin meydana getirdiği atomlardan yapıldığı elementlerin periyodik cetvelde de aynı yere kondukları ortaya çıkmıştır. Soddy bu çökürük atomların yaydığı ışığın, gelen "ışınlar" gibi olduğunu görmüştür.

Aynı yıl Thomson'un öğrencilerinden olan Francis W. Aston, bir deneyi sonunda, aynı elementin aynı atomlarının (izotopların) farklılıklarını zaman zaman hareket eden ve aynı elementin bir miktarla karıştığı ve farklılıklarını taşıdıklarını göstermiştir. Hafif metaller için bu sonuçlar daha kolay görülmüştür. Aynı elementin izotopları aynı elementin aynıdır.

Thomson ve Aston neon gazını bilinen bir gaz olan oksijenle karıştırmak üzere atom ağırlığı 20 ve 22 olan iki çeşit neon atoma bulmuşlardır. Neon elementine ait iki izotopun keşfedildiği "kütle spektrografı" adı verilen aletin resmi şekil-69'da gösterilmiştir.



Şekil-69; Neon gazının atom ağırlığını ölçmek için Thomson ve Aston tarafından kullanılan Kütle Spektrografıdır.

1914 yılı nispeten ayında Washington, D.C. de Walterford derste; "Bir radyoaktif maddenin çıkardığı çok hızlı hareket eden elektronlar veya helyum atomları (beta veya alfa partikülleri) ile bir atom çekirdeğinin doğrudan doğruya çarpışması ile bu atom çekirdeğinin dağılması mümkün değildir. Uygun şartlar altında bu parçacıklar çekirdeğin parçalanmasına sebep olacakları gibi birleşebilirler" fikrini açıklamıştır.

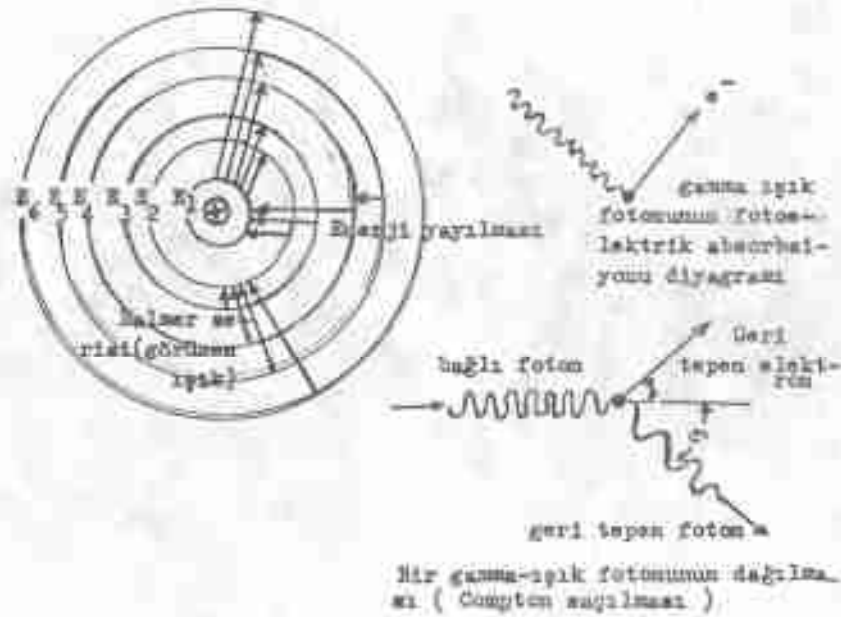
1919 yılında alfa partiküllerinin azot gazı içerisinde geçirdiği, bu partiküllerin yolu üzerinde çok hızlı protonları (hidrojen çekirdeklerini) meydana getirdiği açıklanmıştır.

1920 den sonraki yıllarda bilim adamları, maddenin çok küçük bir parçasının, büyük gemilerin okyanuslar arasında işle-

ması için kâfi gelecek enerjiyi temin edecek güçte olduğunu açıklanmıştır. Bu açıklamalar atomlar için altı ve üstlerinin yapılmasına yol açmıştır.

Niels Bohr, bir deneyinde hidrojen gazı tarafından yayılan ışığı incelemek için, hidrojen atomundaki elektronun ancak "Belirli seviyeler" denen verdiği özel, dairesel yörüngeler üzerinde hareket etmesi gerektiğini bildirmiş, bu yörüngeler üzerinde dönen elektronun açısal momentumunu, $h/2\pi$ nin katları olarak saptamıştır. Bohr'a göre bu yörüngelerde dönen elektron, enerji kaybetmez ve E_1 enerjili en alçak yörüngede bulunur. Hidrojen atomu, bir elektrik değeri ile bir enerji kazanır. Eğer atomu kâfi derecede enerji verilirse, elektron kazandığı enerji ile atomdan tam olarak ayrılır ve dolayısı ile atom iyonize olur. Elektron, yüksek enerjili bir yörüngeden alçak enerjili bir yörüngeye geçtiğinde, bu iki yörüngenin farkı olan enerji bir foton halinde yayılır.

Bohr, elektronun bulunabileceği belirli enerji yörüngelerini ve yörünge değiştirmesi sebebiyle meydana gelen fotonların frekansını hesaplamıştır (Sacks, 1953).



1930 yılında, James Chadwick, ${}^9_4\text{Be}$ alfa parçacıkları ile bombardımana tabii tutulduğunda oluşan bir ışın keşfedildiğini ve çıkan ışınların bir kısmının protonların çekilmesiyle çok yavaş ve yavaş parçacıkların olduğu göstermiştir. Bu parçacıklar W.O. Röntgen tarafından "nötron" olarak isimlendirilmiştir. Nötronların varlığının gelmesi aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Chadwick, 1933).



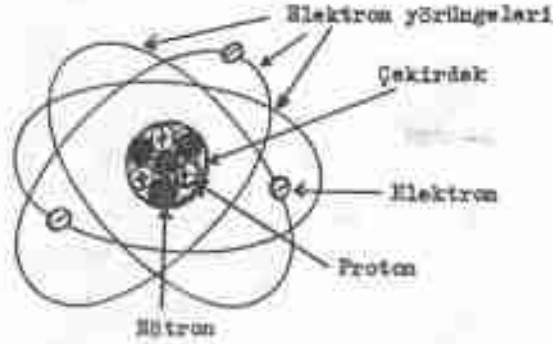
Nötronun ortaya çıkmasından sonra çekirdek kavramı daha iyidir. Üzeleri çekirdek; kütleleri tekil edilebilir parçacıkların toplamı olarak düşünüldüğünde, protonların çekirdek etrafında "dış elektronların nötrlediği" kabul edilmiştir. Chadwick'in nötronu ortaya çıkarılmasından önce, bu yavaş, kütleli parçacık, çekirdeğin temelini teşkil ettiği düşünülüyor ve çekirdeğin proton ile nötronlardan oluştuğu kabul edilmiştir.

Çekirdekteki proton sayısı atomun "atom numarası" (Z) göstermektedir. Atom numarası elementin kimliğini belirler ve aynı karakteristiğini meydana getirir.

Proton ve nötron sayılarının toplamı ise "kütle numarası" (A) göstermektedir. İki tane farklı kütle fakat aynı atom numarası elementler olarak tanımlanır.

Bütün elementlerin atom yapıları aynı sistemlerdir ve aynı yapıya benzerler. Yani ortada küçük bir çekirdek ile etrafında belirli yörüngelerde dönen elektronların olduğu bir yapıdır (Şekil-70).

Çekirdek i içerir ve proton ile nötronlardan oluşur.



Şekil-70:Basit bir Atom modeli.

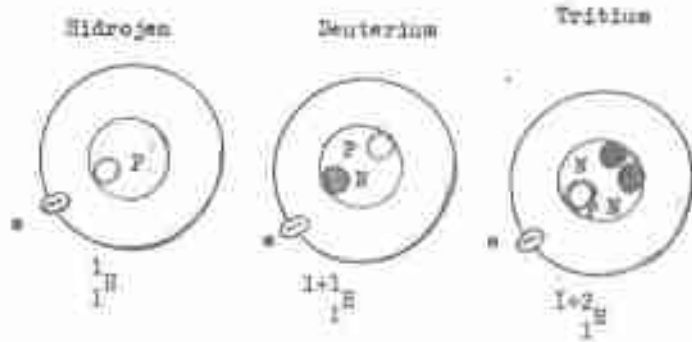
Proton : Pozitif elektrik yüküdür. Her elementte sabit miktarda ve elektron sayısına eşittir. Elementler çekirdekdeki proton sayısı ile tanırlar. Bu sayı atom numarası (Z) olarak tarif edilir. Proton sayısı, elementin periyodik sistemdeki yerini gösterir. Örneğin fosfor 15 protona sahiptir ve bu element periyodik sistemde 15.dir.

Nötron : Elektriksiz yüküde, yani nötrdür. Nötron sayısı elementten elemente değiştiği gibi aynı elementte de değişik miktarda olmakta ve radyoisotopları oluşturmaktadır. Örneğin fosfor 15 proton sayısına ve 14, 15, 17, 19 nötron sayısına sahiptir. Buna göre fosforun dört radyoisotopu vardır. Nötronun yarı ömrü 12 dakikadır ve kararlı değildir $[n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu} \text{ (enerji)}]$

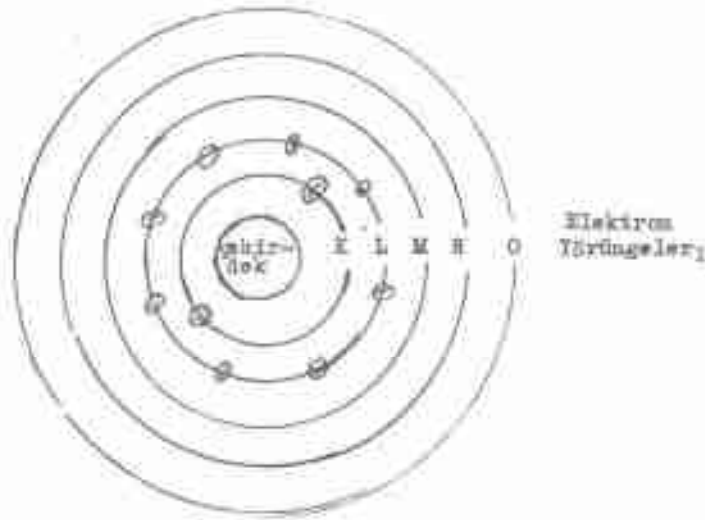
$$\begin{matrix} 15+14_p & 15+15_p & 15+17_p & 15+19_p & = & 29_p & 30_p & 32_p & 34_p \\ 15^P & 15^P & 15^P & 15^P & & & & & \end{matrix}$$

Çeşitli elementlerin proton, nötron sayıları ile kütle numaraları Cetvel-16 da gösterilmiştir.

e- Elektron : Negatif elektrikle yüküdür. Aynı elementin farklı izotoplarında aynı miktarda bulunur, proton sayısına eşittir. Örneğin, hidrojenin 3 izotopunda aynıda görülmüştü gibidir.



Elektronlar çekirdek etrafında yörüngeler üzerinde hareket ederler. Her yörüngeye bulunabilecek elektron sayısının maksimum sayısı vardır. Çekirdeğe en yakın yörünge K yörüngesidir ve buna diğer diğer L, M, N... denir. Bu yörüngelerin maksimum kapasiteleri maksimum elektron sayıları şöyledir: 2, 8, 18, 32, 50, 72, 98...



Bu iki devrin tipik özelliği olarak, adiller finişin temelini ortaya koyan deneylerin ikini alabiliriz. Bunlardan biri 1911 yılında bir Ernest Rutherford'un maddesiz her atomunun pozitif bir elektron taşıyan küçük ağır bir çekirdek ihtiva ettiğini ispatlaması; diğeri ise 1919 yılında Manchester Üniversitesinin Fizik laboratuvarında, Rutherford'un araştırma asistanı olan William Kay ile, hızlı alfa partiküllerine çok seyrek olarak bir atomun çekirdeğine girebildiğini ve onu başka bir maddeye dönüştürebildiğini göstermeleridir. Bu iki deney atomlar hakkındaki düşünceleri tamamen değiştirmiştir.

1891 de Stoney elektron birimi olarak 1897 de yuh-kütlesini birimi olarak almış (C/N) ve daha sonra Weichert Kaufmann, Thomson aynı anda elektronun yükünü ölçmüştür. Elektronun tem yükünün $1,592 \times 10^{-19}$ Coulomb olduğu 1911 yılında Millikan tarafından bulunmuştur. 1836 da Faraday 1 Faraday = 96.490 Coulomb olarak bulunmuştur. Bu sayı $96.490 : 6,085 \times 10^{23} = 1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb (= 1 elektron), kütlesi ise $9,1066 \times 10^{-28}$ g dir.

Kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olan elektronlardan biri bir tabakadan alınırsa, aynı maddeden gelir. Aynı şekilde her elektronun, yörünge yani tabaka değiştirilmesiyle spektrumdaki çizgiler değişir.

7.2. Radyoizotoplar ve Özellikleri

İzotop; Proton sayıları aynı nötron sayıları farklı çekirdeklere sahiptir. İzotoplar iyonik veya radyoaktif olabilirler. İyonik izotopların kimyasal özellikleri aynı fiziksel özellikleri ve kütle numarası farklıdır. Radyoaktif izotoplar stabil değildir ve radyoizotop denir. Örneğin hidrojenin 3 kararlı izotopunu, ${}^1_1\text{H}$ (hidrojen = 1p + 1n) ve ${}^2_1\text{H}$ (deuterium = 1p + 1n + 1n) ile bir radyoaktif izotopu ${}^3_1\text{H}$ (tritium = 1p + 1n + 2n) vardır. Bu izotopların atom numarası aynıdır.

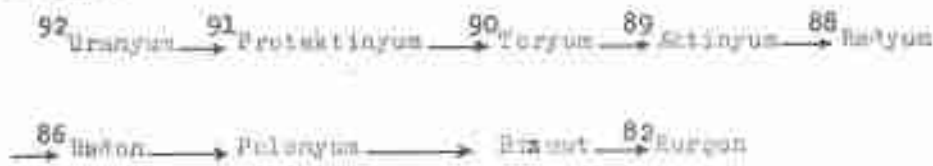
a) İyonlaşmalar; Her radyoizotop sürekli olarak bir ışın yayıyor ve enerji alıp enerji verir.

b) Kararlılıkları; Stabil elementlerinle aynı belirli bir kararlığa döndürürler Örneğin $P^{32} \rightarrow P^{31}$ olur. Başka şey olmaz.

c) İçinlenmeyi belirli bir yarı ömürle yaparlar. Her aktif element radyasyonu oluştururken belirli bir miktarda enerjiyi yarıya kaybeder. Örneğini suat karbon-14 de görülmüştür. Tümün organik maddelerin % 50 ye yakın bir kısmı karbondur. Yarı ömürü 5968 yıl gibi uzun bir müddet olduğundan suç hayvanları karbon ile yapılır.

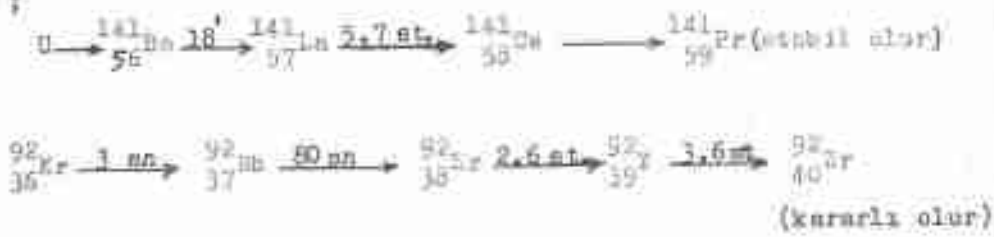
d) Her radyoaktif element belirli bir enerjiyi verir. Örneğini; $^{14}C : 0.15 \text{ MeV}$, $^{32}P : 1.68 \text{ MeV}$, $^{45}Ca : 0.25 \text{ MeV}$, $^{35}S : 0.17 \text{ MeV}$

92 numaralı uranyum \rightarrow 82 atom numaralı kurşuna dönüşürse kadar 70 milyar yıl (yarı ömür) geçer ve aşağıdaki değişimlere uğrar.

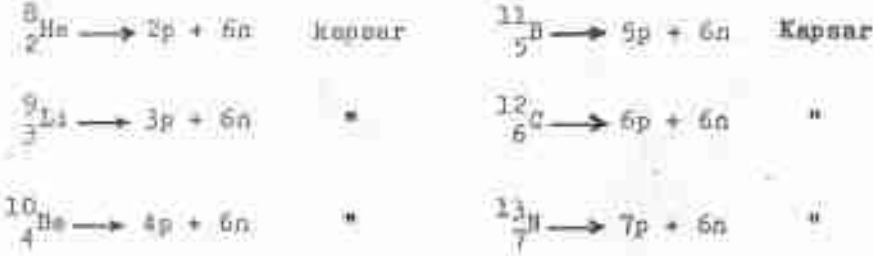


Bir atom modelinde; çekirdekteki proton ve nötron ile yörüngedeki elektronsal aramada kesin bir ilişki, bir bağlantı vardır. Çekirdekte bulunan nötron ve proton arasındaki kuvvetler çekirdek kuvvetleri denir.

İkinci: Kütle numarası (A) aynı, proton sayısı (Z) ile nötron sayısı (N) farklı çekirdeklere isomer denir. Çekirdek ile ilgili fizik, füzyon olaylarında çok önem taşımaktadır, ki bu olaylar uranyumun parçalanmasından meydana gelmektedir. Şöyle ki ;



İzoton : Nötron sayısı (N) aynı, proton sayısı (Z) farklı olan atomlara izoton denir.



İzomer : Proton (Z) ve nötron (N) sayıları aynıdır. Farklılık tabakalarda ve enerji seviyelerindedir. İzotopta temel teşkil etmez.

$${}^A_Z\text{X} \quad A = \text{serittir.}$$

7.3. Radyoaktivite

Radyoizotopların ışın yayma özelliği, elementlerin atom modelinde herhangi bir değişikliklerin meydana gelmesiyle açıklanır. Bu değişiklik, enerji farklılıklarının atomda stabil bir durum meydana gelinceye kadar atılmasıyla devam eder. Bu süreç farklı elementlerde ve aynı elementte ait izotoplarda farklıdır. Radyoizotopların bu yönde farklılıklarının tesbitinde ışınların devam süreleri ve entansitelerinin ölçülmesinde "yarılanma süreleri" ölçü olarak alınır.

Yarılanma süresi : radyoaktif madde tarafından yayılan ışınların büyüklüğündeki düşüşün yarısına düşüncüye kadar eruden geçen zamandır. Veya, radyoaktif maddenin büyüklüğündeki atom sayısının yarısına ininceye kadar eruden geçen zaman olarak da ifade edilir. Yarılanma ^{her} radyoaktif madde için bir karakteristiktir ve süresinin en azından milyardlara kadar değişir (Görsel-16).

Radyoaktivite kontrol edilemez, Yarı yavaşlatılmaz veya hızlandırılmaz. Doku zamanı bağlı olarak değiştirilebilir. Radyoaktivite iki şekilde olabilir. Biri doğal radyoaktivitedir.

tabiiatta mevcut kararlı elementlerin yaydıkları ışınlardır (Örneğin U-238, Ra - 226 v.b.). Diğerleri ise yapay yolla, kararlı izotoplardan, kararlı izotop yapılarak elde edilir. Bunun için bazı elementleri, nötron, proton veya γ ışınları parçacıklarıyla bombardıman etmek gerekir.

1934 yılında Frederic ve Irene Joliot-Curie, bir elementin izotopunun radyoaktif yapılmasının mümkün olabileceğini bulmuşlar ve alüminyumu alfa parçacıkları ile bombardıman ederek fosforun pozitif elektron veya pozitron çıkaran radyoaktif bir izotopu olan $^{30}_{15}\text{P}$ u elde etmişlerdir. Bu reaksiyon şöyle gösterilebilir :



$^{30}_{15}\text{P}$ un yarı ömrü 2.5 dakikadır.

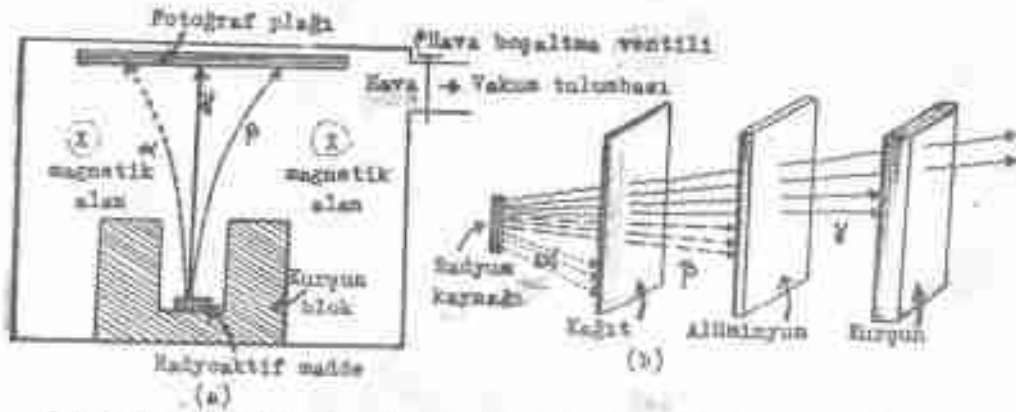
^1_0n = nötron

$^0_{-1}\text{e}$ = Pozitif elektron veya pozitrondur. Yarı ömrü saniyenin milyonda biridir.

Pozitron kimlik enerjisini kaybettiğinden sonra, negatif yönlü bir elektrona çöker ve her ikisi birden nötrleşerek yok olurlar. Bu esnada enerjisi 0.15 MeV olan 2 foton yayretilir.

Radyoaktif maddenin yaydığı ışınlar ya Radyooteyografik yöntemle veya Geiger aletiyle ölçülür. Radyoteyografik yöntemde radyoaktif ışına karşı hassas olan bir röntgen filmi veya fotoğrafması ile ışının yayılması şekli resim halinde kaydedilir. Bu yöntem ışınların daha ziyade kalitatif ve kısmen de kantitatif olarak tayinini sağlar. Geiger aletinde ise ışınlar kantitatif olarak ölçülmektedir.

Atomik parçacıkların hizalandırılmaları için ilk aletler bulununcaya kadar, atomik çekirdeklerin yapıları hakkında tüm düşüncelerimiz, radyum ve toryum gibi bazı ağır atomların konumlarından diğer atomların yapısını saptamada kullanabileceği - miş i tip radyasyon yayan bir kaynağa bağlı idi. Rutherford tarafından 1900 yıllarında bulunan radyasyonlar, bugün half; kendi gerçek hüveleri bilinmeden önce verilen alfa, beta ve gamma ışınları adlarıyla isimlendirilmektedirler(Şekil-71).



Şekil-71:Rutherford'un magnetik alan kullanarak oluşturduğu radyoaktif parçalanmada meydana gelen 3 ışının fotoğraf plağına geçişi(a), U ışın birden yayabilen Radyum kaynağından çıkan ışınların penetreyum güçleri(b).

Alfa ışınları : Yüksek hızla hareket eden ve ince kâğıt tabakası veya birkaç santimetre hava ışından geçemeyen helyum atomunun çekirdeğidir. Radyoaktif çekirdeklerden büyük enerjilerle fırlatılırlar. Havaya kuvvetle ıyonlaştırarak enerjilerini çabuk kaybederler. Bunlar pozitif yüklüdürler ve en hafif atom olarak bilinen hidrojenin çekirdeği olan protondan 4 kat daha büyük kütlede sahiptirler. Bir atomun çekirdeği alfa parçacığı yayınca farklı kütle numaralı yeni bir atom oluşur. Rutherford alfa parçacığının helyum atomunun çekirdeği olduğunu ve yavaşladığı zaman 2 elektron yakalayarak tekrar nötr bir helyum atomu haline geldiğini göstermiştir. Alfa parçacıklarının atom numarası 2,kütle numarası 4 dir.

Beta ışınları : Birkaç milimetrelük alüminyum levha, veya 100 cm lik hava tabakasına nüfus edebilirler. Bu özellik bir radyoaktif madde ve bir geiger sayacı ile gözlemlenir. Bunlar (+) veya (-) yüklüdürler. Protonlardan 1.837 defa daha hafiftirler. Tüm elektronlardan farksız ve çok hızlı hareket eden elektronlardır.

Gamma ışınları : Yüksek frekanslı fotonlardır. Havadın büyük mesafeler katederler. Kurşun içinde ancak birkaç santimetre geçebilirler. Yüksek enerjili ve elektromanyetik dalgalardan ibaretlerdir. Yükseldürler, kütle ve yük değişmeden meydana gelen bir enerji değişimini temsil ederler.

Bir atomun çekirdeği alfa veya beta parçacığı yaydığı zaman farklı atom numaralı yeni bir atom meydana gelir. Bu türden alfa ve beta parçacıklarının özelliklerinden doğur. Örneğin-17 de bir çekirdeğin yük ve kütlesi alfa, beta ve gamma yayımından sonra değişmektedir.

Örneğin- 17: Bir çekirdeğin alfa, beta ve gamma yayımından sonra yük ve kütlesi

Parçacıklar	Yük	Kütle
Alfa (α)	-2	-4
Beta (β)	+1	-0
Gamma (γ)	0	0

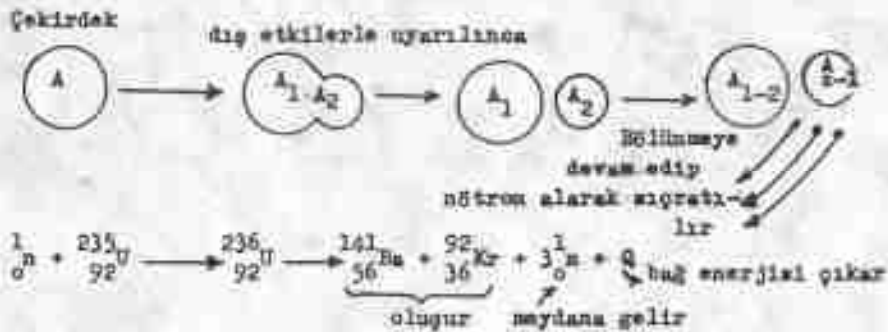
Bir çekirdeğin bir alfa yaydığı zaman atom numarası 2, kütle numarası 4 azalır. Bir beta yaydığı zaman çekirdeğin atom numarası 1 artar, fakat kütle numarası değişmez. Gamma ışını yaydığı zaman atom ve kütle numaralarında hiçbir değişiklik olmaz.

X ışınları : Yüksek enerjili elektronlar bir atoma çarparak ilk hâlkedeki elektronu koparıp yerine daha yüksek güçlü elektronlar atlayarak hâlkayı tamamlarlar. Bu sırada meydana gelen enerji fazlası x-ışını olarak yayılır. Ayrıca proton bir elektron yakalayıp nötrleşir. Boşalan elektronun yerine başka bir elektron gelir ki bu atama sırasında da x-ışını oluşur. Röntgen tiplerinden yapay x-ışını elde edilmektedir.

Nötronlar : Ağır bir çekirdek nötron bombardımanında sonunda ikiye bölünür ve bu arada nötron ve enerji açığa çıkar. Buna filyon olayı denir. Filyon olayı reaktörde meydana gelen bir çekirdek parçalanması olayıdır. Örneğin, sodyum - 23 nötronla bombardıman edilince aşağıdaki reaksiyon meydana gelir;

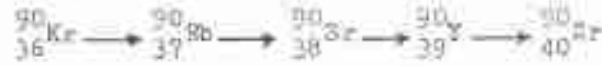


Nötron herhangi bir çekirdeğe çarptırıldığı zaman bir geri tepme kuvveti ile karşılığında fizikçiler nötronu mermi olarak kullanmışlardır. 1930 ortalarına kadar İtalyan fizikçi Enrico Fermi başkanlığında bir grup araştırmacı bazı elementlerin isotoplarına nötron demeti göndererek sonucu incelemişlerdir. Yapılan gözlemlere göre; bombardıman edilen çekirdek, nötronu absorblayıp alfa, beta partikülleri ile gama ışını yayarak değişik izotop hâline dönüşmüştür.



Her enerji farklıdır. 30-60 eV arası bir hata-
dan bu olay mümkün olarak çok fazla kompleks, ardından
çok ağır elementler ortaya çıkarılır.

Ağır çekirdekler:



Hafif çekirdeklerde; maddenin her bir atomunu temsil eder.



Bunlar ağır çekirdekleri tarafından nütron bombardımanı
neticesinde çekirdeğin iki parçaya ayrılması sonucu (fission)
dır. Diğer reaksiyonun elde edilmesi için gerekli olan şey
sürekli olarak yavaş yavaş geçen bir U-235
çekirdeğine nütronlarla çekirdeklerin bir kısmının bulunmasıdır.

İçinde bulunan nükleer U-235 izotopu çok az miktarda bulun-
duğundan tabii olarak bulunmaz, atom bombası için uygun
değildir. Bu nedenle tabii olarak çok büyük miktarda bulunur
U-238 in, çok az bulunan U-235 den ayrılması gerekir. Bu iki izo-
top kimyasal olarak aynı olduğundan ayırma işlemi pek kolay
yapılmaz.

1945 yılında Hiroşima ve Nagasaki'de U-235 ile plutonium
bombaları kullanılmıştır.

Çekirdek bölünmeleri 5 şekilde olur.

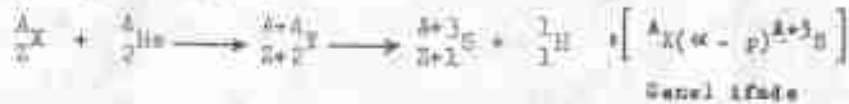
- 1- Helyum çekirdeğiyle (α bombardmanı)
- 2- Döteryum bombardmanı ile
- 3- Nötron " "
- 4- Proton " "
- 5- Fotoelektrik reaksiyona girerek
- 6- Elektron yakalama ile

1.a. ($\alpha - n$) reaksiyonu :



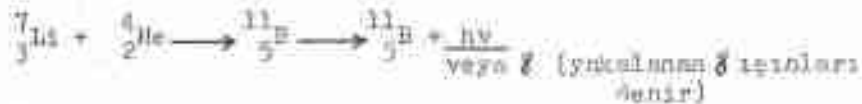
Dönüşüm elementleri	yarı ömürler
$\begin{array}{c} 17 \\ 9 \end{array} F \longrightarrow \begin{array}{c} 17 \\ 9 \end{array} F + p^+$	1.2 dakika
$\begin{array}{c} 22 \\ 11 \end{array} Na \longrightarrow \begin{array}{c} 22 \\ 10 \end{array} Ne + p^+$	2.6 yıl
$\begin{array}{c} 26 \\ 13 \end{array} Al \longrightarrow \begin{array}{c} 26 \\ 12 \end{array} Mg + p^+$	7.0 saniye
$\begin{array}{c} 27 \\ 14 \end{array} Si \longrightarrow \begin{array}{c} 27 \\ 13 \end{array} Al + p^+$	4.9 saniye
$\begin{array}{c} 30 \\ 15 \end{array} P \longrightarrow \begin{array}{c} 30 \\ 14 \end{array} Si + p^+$	2.5 dakika
$\begin{array}{c} 34 \\ 17 \end{array} Cl \longrightarrow \begin{array}{c} 34 \\ 16 \end{array} S + p^+$	33 dakika

1.b. ($\alpha - p$) reaksiyonu

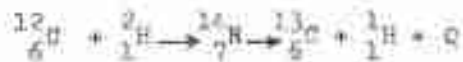




1.c. (α - β) reaksiyonu :



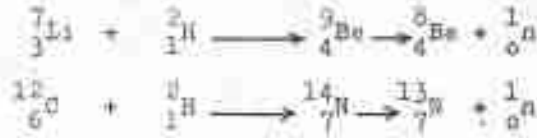
2.a. (d-p) reaksiyonu



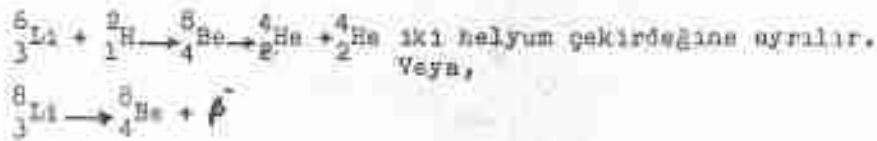
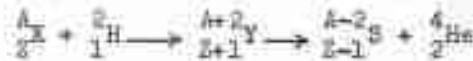
2.b. (d-n) reaksiyonu

Burada hâlihazırda aynıdır bir kaynağa vardır.



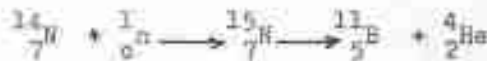


2.c. (α - α) reaksiyonu:burada bilineme vardır.



3.a. (n - α) reaksiyonu

Önce bir kaynağa ve daha ziyade parçalanma vardır.



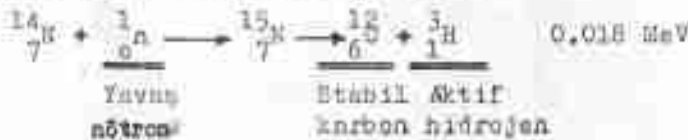
Hızlı nötronlar daha ağır çekirdekler tarafından yakalansa-
nınca topraklı olan element radyoaktif olmaktadır.



3.b. (n - p) reaksiyonu



Teğekkül eden karbon radyoaktiftir ve havanın CO_2 ini canlı orga-
nizma kullandığından etki etmektedir.



Tabiatta trityum bu şekilde meydana gelir.

3.a. (α - β) reaksiyonu



3.d. (n - $2n$) reaksiyonu



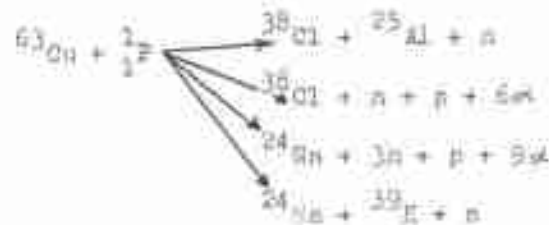
4.a. (p - α) reaksiyonu



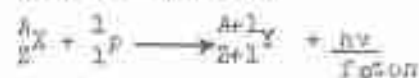
4.b. (p - n) reaksiyonu



4.c. (p - n) reaksiyonu



4.d. (p - γ) reaksiyonu



5.a. (γ - α) reaksiyonu



5.b. (γ - β) reaksiyonu



t= trityum

5.c. (γ - n) reaksiyonu



5.d. (γ -n) reaksiyonu



5.e. (γ -p) reaksiyonu



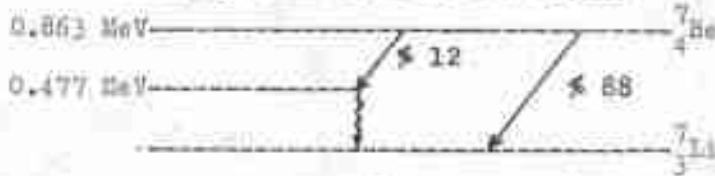
6. K tarafından yapıldığından buna K yakulması da denir. En önemli Uranyumun Titana dönüşmesidir.



olmaktadır. Berilyum iki şekilde zayıflamaktadır.

1- 0.863 MeV verip % 88 oranında Lityuma dönüşür.

2- 0.477 MeV hasil olup % 12 oranında 1.ve paralel tepekkül edip gamma ışını meydana gelir.



Hidrojen çekirdekleri çok yüksek hızla hareket etmekte oldukları için enerji kazanırlar ve doğrudan doğruya Helium çekirdeği şeklinde birleşirler. Bu olay füzyon (çekirdeğin kaynaşması) denir.

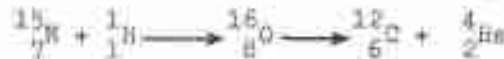
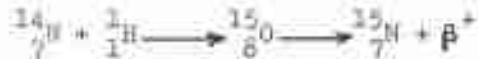
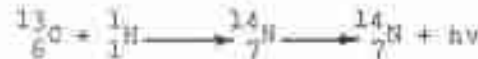
Hafif çekirdekler füzyona yüksek sıcaklıkta uğurlanır. O nedenle füzyon olayı thermonükleer reaksiyon olarak isimlendirilir. Thermonükleer reaksiyonun büyük çapta ilk tetkikatı hidrojen bombasıdır. Fiklatılan füzyon bombasının çalıştığı sıcaklık hafif çekirdeğin birleşmesi için yeterlidir.

Transuranyum denene uranyum ötesi ağır elementlerin süzülmesinden dolayı füzyon olayı büyük önemdedir. Güneş %80 hidrojen, %20 Helium ihtiva eder.



Bütün reaksiyonların neticesinde enerji kazanılmaktadır. Tabiiattaki nöteryum oranı ${}^2\text{H}/\text{H} = 1/6700$ dür.

Füzyonun diğer önemli reaksiyonu $\text{C} \rightarrow \text{N}$ dönüşümüdür.



Transuranyum elementler atom numaraları (Z) 90 in üstünde olan elementlerdir. 1940 yılında Mc Millan ve Conlon, uranyumdan neptunyum ve plutonyumu elde etmişlerdir.

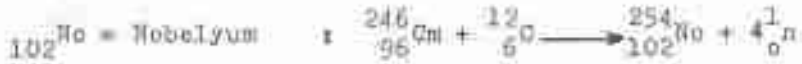
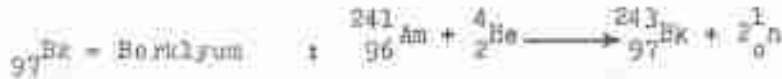
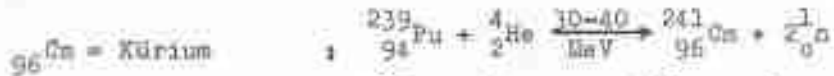
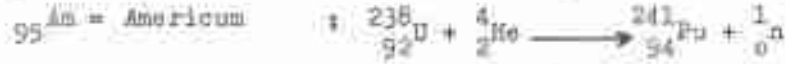


Stabil değildir, bozularak plutonyuma dönüşür.



Yavaş veya hızlı n ile parçalanır. Bu ise atom bombasının temelini teşkil eder. Nötron protondan ağırdır.

1950 yılında yeni elementler elde edilmiştir.



Radyoaktif cisimler parçalanarak aktivitelerini kaybederler. Bu olaya radyoaktif parçalanma denir ve aşağıdaki formülle ifade edilir. :

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

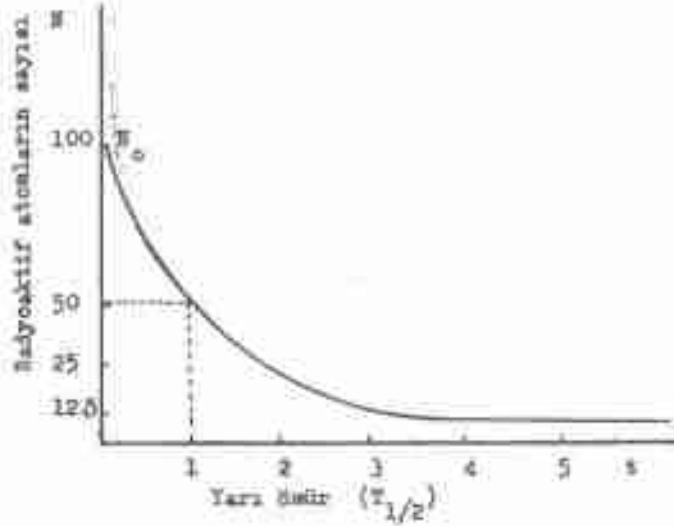
N : t zamanında radyoaktif atomların sayısı

N_0 : $t = 0$ zamanında toplam çekirdek sayısı

λ : parçalanma sabiti

Geçen zamana bağlı olarak aktivitenin azalması yarı ömür ile ifade edilir. Yani bir radyoaktif maddenin başlangıçtaki atom sayısının yarıya inmesi için geçen zaman, radyoaktif maddenin yarı ömürüdür. Aşağıdaki grafikten seçilebilir (Şekil-72).

Diğer bir radyoaktif azalma ise "elektron yakulması"dır. Burada çekirdek genellikle K yörüngesinden veya çekirdeğe yakın yörüngelerden bir elektron yakalar. Örneğin; galyum-67 elektron yakalar ve azalır.



Şekil-79: Radyoaktif parçalanma eğrisi.



Galyumun yarı ömrüne sahip çinko atomları, çinkonun karakteristik x ışınlarına meydana getirirler.

$$\text{Yarı Ömür}(T_{1/2}) = \frac{0.693}{\lambda}$$

λ : bozulma sabiti (parçalanma sabiti)

$N \rightarrow \frac{N_0}{2}$ olduğu zaman

$t = T_{1/2}$ olur. Ki bu fiziksel yarı ömür olarak bilinir.

Biyolojide yarı ömür: Canlı organizmaya enjeksiyonla veya orul yolla verilen radyoaktif maddelerin, biyolojik olaylarla yarıncazırlar atılması için geçen zamandır. Organizmaya verilen madde atılmadan, organ içerisinde kalırsa, biyolojik yarı ömür fiziksel yarı ömüre eşittir.

Effektif yarı ömrü Radyoaktif maddelerin canlı organizmada etkili olduğu zamandır. Radyoisotopun fiziksel yarı ömrüne ve organizmanın biyolojik olarak etası gücüne bağlıdır.

7.4. Radyasyon Kanunları

19. asrın başında Max Planck Kuantum teorisini bulmuştur. Bu teori elektronun yükü olan ışık foton teorisidir. Elektronun yükü $e = 1.602 \times 10^{-19}$ Coulomb olarak kabul edilerek, diğer bütün parçacıkların yükü bunun katları şeklinde düşünüldüğünden buna parçacıklar teorisi de denmiştir.

Max Planck enerjisi $E = hf$ olarak kabul etmiştir.

$$h = 6.625 \times 10^{-27} \text{ planck sabitesidir.}$$

Planck'a göre en dıştaki yörüngede bulunan elektron daha yüksek seviyeye gidip yerine başka elektron geldiğinde enerji farkı meydana gelmektedir.

$$\Delta hf = hf_1 - hf_2$$

Gröeg'in potansiyumu enerjisi ve ışığın dalga boyu hesaplan-

ırır:

$$\Delta E = \Delta hf = hf_1 - hf_2$$

$$\Delta E = 1.77 \text{ eV}$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$1.77 \text{ eV} = 6.625 \times 10^{-27} \times \frac{3.00 \times 10^{10}}{\lambda}$$

$$\text{eV} = 1.6 \times 10^{-12} \text{ erg olduğuna göre,}$$

$$1.6 \times 10^{-12} \times 1.77 = 6.625 \times 10^{-27} \times \frac{3.00 \times 10^{10}}{\lambda}$$

$$\lambda = 6.625 \times 10^{-27} \times \frac{3.00 \times 10^{10}}{1.6 \times 10^{-12} \times 1.77}$$

$$\lambda = 6.625 \times 10^{-27} \times \frac{3.00}{2.83} \times 10^{22}$$

$$\lambda = 6.625 \times \frac{3.00}{2.83} \times 10^{-5}$$

$$\lambda = 7.02 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

$$1 \text{ nm} = 10^7 \text{ \AA} \text{ olduğundan}$$

$$\lambda = 7.02 \times 10^{-3} \times 10^7$$

$$\lambda = 7.02 \times 10^2$$

$$\lambda = 702 \text{ \AA}$$

2. Kanun : Dalga boyu bilinen ışığın taşıdığı enerjisi bulmak amacıyla aşağıdaki formülle uygulanır.

$$\Delta E = h \times \frac{c}{\lambda}$$

$$h = 6.625 \times 10^{-27}$$

$$c = 3 \times 10^{10}$$

$$\lambda = 4046 \text{ \AA} \text{ (Amiryon)}$$

$$\lambda = 404.6 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

$$\Delta E = 6.625 \times 10^{-27} \times \frac{3 \times 10^{10}}{405 \times 10^{-7}}$$

$$\Delta E = 6.625 \times 10^{-27} \times \frac{3}{4} \times 10^{15}$$

$$\Delta E = 6.625 \times \frac{3}{4} \times 10^{-12}$$

$$\Delta E = 5.10^{-12}$$

$$\Delta E = \frac{5 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-12}} = \frac{5}{1.6} = 3.2 \text{ eV}$$

$$\Delta E = 3.2 \text{ eV olarak saptanır.}$$

3. Kanun : Einstein'ın kütle enerji relativitesidir.

$$E = mc^2$$

$$E = U + \varphi$$

$$E = m_0 c^2 + (m - m_0) c^2$$

4. Kanun : Radyasyonun uzaklıkla ilgili olarak değişimini gösterir. Ters küre kâşın olarak da bilinir. Bir kaynaktan yayılan radyasyon uzaklık arttıkça düşer. Ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$E = \frac{\Phi}{4\pi r^2}$$

$\Phi = (Ia)$ akı miktarıdır.

$\frac{\Phi}{4\pi r^2}$ = Akı yoğunluğunu verir, sabittir ve I ile gösterilir.

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I/r_1^2}{I/r_2^2}$$

Kaynak sabit kalınlıkta $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ eşitliği doğur.

5. Kanun: Stefan-Boltzman Kanunu olarak bilinir. Bu kanunla güneşin yüney sıcaklığı tesbit edilmektedir.

$$E = Q T^4$$

Q = Radyasyonda yayılan enerji miktarı (sabit)

T = Mutlak sıcaklık

E_1 = dünyaya gelen enerji

E_2 = güneş tarafından salınan enerji miktarı

$$E_2 = 2 \text{ Cal/Ank./cm}^2 = 2/60 \text{ Cal/Sn/cm}^2$$

Güneş tarafından salınan enerjinin 1/3 ü yutulmakta ve;

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(15 \times 10^7)^2}{(7 \times 10^5)^2} = \frac{E_2}{0.033} \quad \text{ilişkilerinden,}$$

$$E_2 = \frac{(15 \times 10^7)^2 \times 0.033}{(7 \times 10^5)^2}$$

$$E_2 = 0.033 \times \frac{2.25 \times 10^{16}}{4.9 \times 10^{11}}$$

$$E_2 = 0.033 \times \frac{2.25}{4.9} \times 10^5$$

$$E_2 = 33 \times \frac{2.18 \times 10^{-18}}{4.9} \times 10^2$$

$E_2 = 1500$ 4 kuantum göre yayılan enerjisi aşıttır.

$$E = Q \times T^4$$

$Q = 1.355 \times 10^{-18}$ olarak teçbit edilir.

$$\text{Mutlak sıcaklık (T}^4\text{)} = \frac{1500}{1.355 \times 10^{-18}}$$

$$T^4 = 1.1 \times 10^{15} = 11 \times 10^{14}$$

$$T^2 = \sqrt{11.10^{14}}$$

$$T = \sqrt{33 \times 10^6}$$

$$T = 5.7 \times 10^3$$

$$T = 5800^\circ \text{ (hesaplanan değer)}$$

$$T = 5790^\circ \text{ (gerçek değer)}$$

Güçüç mutlak sıcaklığı 5800^o olarak hesaplanmıştır. Bunun gerçek değeri 5790^o dir.

Radyasyonun temelini emisyonluk(enerji alan) ve absorpsiyonluk (enerji veren) durumlar teşkil eder. Alınan enerji o atoma stabil olmasına neden olur.

$n/p = 1$ ılığık atomlarda

$n/p = 1.5$ yığınık atomlarda

Yukarıdaki oranlar değışirse atom nötrü ile element kararlı olur. Durgun haldaki nükleonun nötron, proton değeri aşağıdaki formülle aşıttır.

$$p = \frac{n + p}{2 + 0.0146 \cdot A^{2/3}} \quad A = \text{kütlesayısı}$$

Atom enerji kaybedince, elektron bulunduğu yörüngeden daha içerdeki yörüngelere geçer.

7.3. Radyasyondan Korunma Prenansipleri

Bugün radyasyonun canlılarfa zararlı etki yaptığı bilinmektedir. İyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik zarar meydana getirmesine gösterilecek en belirgin örnek, tıpta x-ışını ile çalışılanlarda, yüksek doza alımları radyoaktiviteden dolayı meydana gelen, oiltte kızarma, gıda ve yama, saç ve kılların dökülmesi, kemiklerde ağrı ve deformasyon söylenebilir. Ancak bilinmelidir ki; her teknik ve materyal, prensiplerine uygun olarak uygulanmaz veya kullanılmazsa kesinlikle zararlı etki yapar. Yanlı bu etki ya fermal görülür veya görülmeyebilir. İleri bir tarıfta veya ileri bir çenereyonda da belirirbilir. Yani semptomu farklı olmasına rağmen tesadüf olarak veya indirak olur. Önemli olan, uygulamanın yerinde, zamanında ve kurallara uygun olarak yapılması, tehlikenin önlenmesi, korunma prensiplerinin bilinmesidir.

İlk defa 1925 yılında yapılan I. Uluslararası Biyoloji Kongresinde, radyasyondan çalışanların Tolerans Doz'na bağıtlı olarak çalışmalarına prensipleri belirlenmiştir. Bu yıllarda radyasyonun zararlı etkisi bilinmediğinden ölen bu dozu hafif tutulmuştur.

1928 yılında yapılan II. Uluslararası Biyoloji Kongresinde "Uluslararası Biyolojik Korunma Komitesi" (ICRP) kurulup emlik prensiplerinin belirlenmesine karar verilmiştir. Uluslararası Tolerans Doz; 1930 yılında kadar 0.2 Röntgen/çaa olarak kabul edilmiş , 1936 yılında bu doz 0.5 Röntgen/hafta olarak belirlenmiştir. Bu seviye, vücut yüzeyi tarafından alınan maksimum miktarda edilen doz seviyesidir. Ve bu tarıhten sonra "Tolerans Doz" yerine "Maksimum miktarda edilen doz" şeklinde ifade edilmiştir. Ve,

$$\begin{array}{l} 0.5 \text{ Röntgen/hafta} = 0.3 \text{ Röntgen/hafta} \\ (\text{Dozu Dozu}) \quad \quad (\text{Havada Elçülen Doz}) \end{array}$$

uyumluluğu sağlanmıştır. 1950 yılında Uluslararası Biyolojik Korunma Komitesi, radyasyondan korunmanın temel prensiplerini belirle-

miştir. Bu prensipleri;

1. Net olarak pozitif fayda sağlanmayan hiçbir işgünlük yapılmayacak,
2. Ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde tutularak, mümkün olduğu kadar düşük düzeyde radyasyona maruz kalınacak,
3. Görevliler yılda 5000 mrem'den fazla doz almamalı, görevli olmayan halk 500 mrem'den fazla doz almamalı.

Genel olarak radyasyon çalışanların iki şekilde zararlı etkiye bulunur:

1. Yüzyınel etki
2. İyertem yapılan etki.

Radyasyondan yüzyınel etki, radyasyon kaynaklarından gelen ışınların vüdana getirdiği doz tehlikesidir. Örneğin cihazlardan, gıda için yayın kaynaklardan yayılan radyasyondan direkt olarak etki alınır. İçerisinde bulunan radyoaktif maddelerin koruma, zaman, uzaklık ve sınırlama ile sınırlandırılabilir. Bunun için radyasyon tehlike alanına çalışan personelin günlük aldığı dozla sınırlama değeri alınarak sonra bu alanın çıkarılması gerekir. İlgili personelin bu alanın çalışma zamanı geçirdiği sürelerle sınırlama

$$\text{Maksimum alınacak etki} = \frac{\text{LTD (20 mrem/ya)} \times \text{Radyasyon Doz Çiftliği (mrem/saat)}}{\text{Zaman (saat/ya)}}$$

1965 yılında Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonunun önerilerine göre insan vücudunun maksimum alınacak doz (LTD) sınırları aşağıda verilmiştir:

Organ veya vücut	(rem/ya)	
	Görevliler için	Diğer halk için
Tüm vücut	5	0.5
Gonadlar ve kemik iliği	5	0.5
Gıt, pankreas, tiroit	30	3
El, kol, ayak, bacak	75	7.5
Diğer organlardan herhangi biri	15	1.5

Özel durumlarda ise;

- 13 haftalık sürede 5 rem/yıl (ortalama 3 rem/yıl)
18 yaşından küçükler radyasyon görevlileri olmamalıdır.
Üreme çağındaki kadınlara 1.5 rem/yıl
Hamile kadınlara 1 rem

Radyasyon şiddeti, kaynaktan olan uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır. Radyasyon dozunu, uzaklık faktörü ile azaltmak için, uzakta kumandalı cihazlarla çalışılır.

Radyasyon kaynağı ile çalışan personel arasında radyasyonu tutan bir zırh koyarak radyasyondan korunulur. Zırhlamanın amacı absorblama (soğurma) yolu ile radyasyon şiddetini azaltılmasıdır. Zırhlama radyasyon kaynağı çevresinde yapıldığı gibi çalışan kişinin çevresinde yapılabılır.

Radyasyonun içerde yaptığı tehlikeli etki, radyoaktif izotop solunumlarının veya gaz halindeki izotopların; solunum, temas v.b. şekillerde vücut içerisine alınmasıyla meydana gelen tehliktir.

Radyasyondan korunmada temel amaç;

1. Şiddetli ve yüzeysel radyasyon etkilerini önlemek,
2. Kansere ve genetik tahribata yapılmasını engellemek.

Radyasyondan korunmak için iyi bir güvenlik sistemi almak gerekir. Bu amaçla dikkat edilmesi gereken noktalar;

1. Personelin cep ve film dozimetreleri ile radyasyon kontrolünün yapılması,
2. Personelin devamlı olarak sağlık kontrolüne yapılması,
3. Personelin alışkanlıklarının olmaması,
4. Deneyimli elemanın çalıştırılması.

iyonlaştırıcı radyasyonun canlılarda biyolojik etki yapabilmesi için, enerjisinin canlıya oluşturan hücre ve dokü tarafından absorbe edilmesi gerekir. Eğer radyasyon, canlı dokü içeriğinde absorbe edilmezse biyolojik etkiyi oluşturamaz. Bu nedenle canlıların biyolojik etkiyi oluşturabilmesi için absorbe edilmesi gerekir.

ki yapmaz. Radyasyon enerjisi nispete efektif ile biyolojik etkinin meydana gelmesi zaman zaman içerisinde 4 grup olag oluşur.

1. Fiziksel olay,
2. Fiziko-kimyasal olay,
3. Kimyasal olay,
4. Biyolojik olay.

Fiziksel olayda, enerji radyasyondan maddeye geçer. Burada enerjiyi absorbe eden maddenin moleküllerinde uyarlama ve iyonlaşma olur.

Fiziko-kimyasal olayda, birinci olayda meydana gelen ürünler kimya zamanında ikinci derecede reaksiyon ve reaksiyon ürünlerini oluşturur.

Kimyasal olayda, meydana gelen atom veya radikaller, birbiri ile veya ortamındaki moleküllerle reaksiyona girerler. Proteinler ve enzimler epitel etkilendiriler ve kovalentleri bağlar kopar; karboksil grup ve lipitlerde parçalanma hızı artar, bu maddelerin sentezi azalır, kromozomlar parçalanır, hücre bölünmesi durur. Zarflıklarında değişiklikler olur, enzimatik aktivite azalır.

Biyolojik olayda, canlılara radyasyona meydana getirdiği etere ve organ tıbbi gibi bozukluklar olur. Gözde katarakt gelişmesi yanı sıra terakül, mastitleri veya yalları olabilir.

Kan hücreleri, mukoz membranlar, sinirler kanalı, deri, gözler, hipofiz ve lobu, yumurta follikülleri radyasyona duyarlı organlardır. Radyasyon maruziyeti ölüm, elektrolit kaybı, enfeksiyon ve kanamadan ileri gelir.

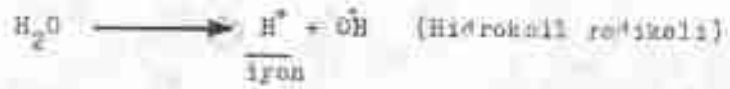
Genel organizma % 70-90 su içerdiğinden, radyasyon enerjisi bu molekülleri tarafına absorbe edilir. Ve;



meydana gelen serbest elektron, başka bir su molekülü tarafından yakalanıp negatif yükli su molekülleri oluşturur.



stabil değildir, parçalanarak iyon ve serbest radikal oluşturur.



Serbest radikaller, dış yörüngelerinde eksikmiş bir elektrona sahip, yüksek atom veya moleküllerdir. Bunlar diğer atom veya moleküllerle kolayca reaksiyona girerler. Bu radikaller biyolojik açıdan önemli hedef moleküllerle reaksiyona girerek radyobiyolojik hasara yol açarlar. Burada radyasyon enerjisi biyolojik molekül tarafından direkt olarak absorbe edilmediğinden, biyolojik molekül bu olaydan indirekt olarak etkilenir. Bu nedenle buna "radyasyonun indirekt etkisi" denir. Radyasyonun direkt olarak organik biyolojik molekülle, örneğin DNA'ya geçişi ile serbest radikal oluşturulması "radyasyonun direkt etkisi" denir. Radyasyon, embriyo "unamib"e, tek hücreli hedef organların ameliyatına; fetal periyotta, "unamib"den sonraki 2. haftada ölüm sebep olur. Aynı dozdeki radyasyon büyük ve küçük vücutlu hayvanlarda aynı etkiyi gösterir.

Biyolojik hasara, sadece tarafından absorbe edilen dozun miktarı kadar, dozun absorbe edildiği zaman da etki eder. Örneğin bir defada alınan 1000 rad'lık doz $\frac{1}{2}$ 100 gün boyunca getirildiği halde, 1000 rad'lık doz 24 saat ara ile 2 defaya 500+500 rad olarak alındığında $\frac{1}{2}$ 40 ölüm nedeni olur. Düzun süresinde alınan radyasyonların toplam aynı dozu eşit, fakat kısa sürede alınan radyasyon daha etkili olduğu, uzun sürede bir taraftan teorik deneylerin geliştirilmesi diğer taraftan rejenerasyonun olması nedeniyle.

Kıl, saç, tırnak v.b. radyasyona hasara uğralırlar. Radyasyonun etkisi ışınlanmadan hemen sonra hisle azalır sonra sürme-

le gider. Radyasyonun eticisi, vücutun radyasyonu veya kalın üsl-
genine ve hücrelerine bağlı olarak değişir. Fizik, kimyevet, sosyo-
sikolojik etimler, biyolojik hücresel etkilere etkilidir.

7.6. Radyasyonun Ölçülmesi

7.6.1. Birimler

1) Radyoaktivite miktarı Curie (Ci) ile ifade edilmektedir. Curie, bir gram Radiumun parçalanma hızı veya bir gram Radium ile dengede olan Radium miktarı olarak düşünülebilir. Bu, Uluslararası Standartlar ve Radyoaktivite Birimleri Komitesinin tavsiyesine göre; 1 saniyede 3.7×10^{10} parçalanma gösteren radyoaktif madde miktarının aktivitesini 1 Curie'dir. Genellikle Curie'nin katları olan millicurie (mCi = 10^{-3} Ci) ile microcurie (μ Ci = 10^{-6} Ci) kullanılmaktadır.

2) Radyoaktivitenin uluslararası birimi Becquerel (Bq) dir. Ve, saniyede parçalanma gösteren bir maddenin aktivitesi olarak tanımlanır. Curie'nin Becquerel ile ilişkisi şu şekilde yazılır:

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \text{ Bq} = 2.703 \times 10^{-11} \text{ Ci}$$

3) Spesifik Aktivite; bir gram madde olan Curie ile radyoaktif maddenin ağırlığına oranıdır. Yani, herhangi bir madde radyoaktif maddenin Ci/g olarak ölçülen aktivite yoğunluğu şeklinde tanımlanır.

$$\text{Spesifik Aktivite (Ci/g)} = \frac{1.368 \times 10^{21}}{A \times T_{1/2}}$$

A = Atom ağırlığı

$T_{1/2}$ = Radyoaktivitenin yarı ömrü

$$1 \text{ Ci/g} = 37 \times 10^{12} \text{ Bq/kg}$$

$$1 \text{ Bq/kg} = 27 \times 10^{-13} \text{ Ci/g}$$

eşitliklerinden dönüşüm hesaplanabilir.

4) Işınlama birimi Röntgen (R) dir. Ve, 1 Röntgen; normal hava koşullarında, havanın 1 kg'ında $2,58 \times 10^{-4}$ Coulomb'luk elektrik yükü değerinde + ve - iyonlar oluşturan X veya gama radyasyon miktarıdır. Işınlama dozu ya da radyasyon dozunun bir özelliği olduğu gibi, absorblanan (soğurulan) doz radyasyon dozu ile birlikte absorblanan maddenin özelliğini de yansıtır.

5) Uluslararası ışınlama birimi, Coulomb/kg'dir. Ve; 1 Coulomb/kg; normal hava koşullarında havanın 1 kg'ında 1 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde + ve - iyonlar oluşturan X veya gama radyasyon miktarıdır.

$$1 \text{ C/kg} = 3,876 \times 10^3 \text{ R}$$

$$1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

eşitliklerinden dönüşüm hesaplanabilir.

6) Absorblama Doz Birimi Rad'dir. Röntgen, X ve gama ışınları için tanımlanır. Bu ışınların başka alfa, beta, nötron ve proton gibi radyasyonlar da geçtikleri ortam, ortamın özelliğine bağlı olarak enerji verirler. İşte, ışınlanan maddenin 1 kg'ında 10^{-2} Joule'luk enerji veren radyasyon miktarını 1 rad demir. Bu doz birimi sadece absorblanan (=soğurulan) enerji miktarını gösteren fakat her yöresinde hem de foton özellikli radyasyonlara uygulanabilen bir ölçüdür.

7) Uluslararası absorblanmış doz birimi Gray (Gy) dir. Ve; 1 Gy, ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'luk enerji veren radyasyon miktarıdır, yakında tanımlanır.

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg} = 10^2 \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

8) Doz hesapları birimi rem'dir. Radyasyonun kulla-
ması biyolojik etkiyi ölçer sonucu verilen bu birimdir.
Bu nedenle, absorbe edilen dozu biliren rad, biyolojik etkiyi
ölçen bazı faktörlerle çarpılarak gerçek değer elde edilir. Bu
birim birimi rem'dir.

Rem; 1 Röntgenlik X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi
oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. $1 \text{ Rem} =$

$$\text{Rem} = \text{absorbe edilen doz (rad)} \times \text{faktörler}$$

formülü ile bulunur ve Röntgen'in insan eşiğeri (=Röntgen equi-
valent man) olarak da bilinir.

Radyasyonun hücre yapısına neyden getirildiği değişik-
lik, radyasyona verdiği birim yol boyunca kaybettirdiği enerjinin
değeri. Buna Linear Enerji Transferi (LET) denir.

Farklı radyasyonların oluşturduğu biyolojik etkiler ara-
ştırmadaki değişiklik Relatif Biyolojik Etkinlik (RBE) ile ifade
edilir.

$$\text{RBE} = \frac{\text{Etkiyi oluşturmak için 200 kV'lık X-ışını Dozu}}{\text{Aynı etkiyi oluşturmak için bir radyasyon Dozu}}$$

formülü ile bulunur ve aynı biyolojik radyasyonların bu değer farklı-
dır.

9) 1 Sv'lık X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi yapan
herhangi bir radyasyon miktarına oluşturulan sistemi Griy (Gy)
olarak tanımlanır ve birimi J/kg 'dır.

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg} = 10^2 \text{ rem}$$

$$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

eşitliği vardır.

10) Radyasyon Enerjisi Birimi elektron volt (eV) dir.
1 eV, 1 elektronun 1 voltlu potansiyelde aldığı kinetik ener-
jidir.

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ erg}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

Matryson birimleri belirtilerek, uygulamada yaygın kullanılan, özel ve uluslararası birimler, 18 no.lu cetvelde verilmiştir.

Cetvel-18: Uygulamada kullanılan matryson özel birimleri ile bunların karşılığı olan uluslararası birimler

Matryson büyüklüğü	Özel birim	Uluslararası birim
İçinleme	1 μ R	0.258 nC/kg
	1 mR	0.258 μ C/kg
	1 R	0.258 mC/kg
	1 kR	0.258 C/kg
İçinleme hızı	1 μ R/saat	0.258 nC/kg saat
	1 mR/saat	0.258 μ C/kg saat
	1 R/saat	0.258 mC/kg saat
	1 kR/saat	0.258 C/kg saat
Aktivite	1 μ Ci	37 Bq
	1 mCi	37 MBq
	1 Ci	37 GBq
	1 kCi	37 TBq
Spesifik Aktivite	1 nCi/g	1 Bq/kg
	1 μ Ci/g	1 μ Bq/kg
	1 mCi/g	1 MBq/kg
	1 Ci/g	1 GBq/kg
Absorbe edilen doz	1 μ rad	10 nGy
	1 mrad	10 μ Gy
	1 rad	10 mGy
	1 krad	10 Gy
Doz eşiğeri	1 rem	10 mSv
	50 rem	500 mSv

Not: Cetvelde kullanılan sembol karşılıkları:

T= Tera = 10^{12}	R= Röntgen
G= Giga = 10^9	C= Coulomb
M= Mega = 10^6	Ci= Curie
k= Kilo = 10^3	Bq= Becquerel
m= Mili = 10^{-1}	Gy= Gray
μ = Mikro= 10^{-6}	Sv= Sievert
n= Nano = 10^{-9}	

7.6.2. Radyasyonun Ölçüm Yolları

Alfa, beta gibi direkt iyonlaştırıcı parçacıklar veya \bar{X} , gamma ve nötron gibi indirgen iyonlaştırıcı olan yüksek enerjili parçacıklardan meydana gelen tüm radyasyonlar, içinden geçtikleri ortamın atom veya molekülleri ile etkileşerek iyonları ve elektronyu meydana getiren ortama ve etkinin büyümesi yöntemine göre farklılık gösterirler. Radyasyon ölçüm cihazları, etki mekanizması meydana geldiği ortama ve etkinin büyümesi yöntemine göre farklılık gösterirler. Radyasyon ölçüm yolları, genellikle ölçüm yöntemlerine göre aşağıdaki şekilde gruplandırılabilirler (Özerman and Clark, 1960).

1. Kimyasal sonuçla ile
2. Sayım sistemleriyle:
 - Iyonizasyon yöntemi
 - Skintillasyon yöntemi
3. Birleştirilmiş Elektronik Cihazlar sistemleriyle
4. Fotoğrafik emülsiyon ve Otomasyonla

Sistem, radyasyonların hepsine hemen hemen eşit duyarlıdır. Enerji, iki elektroda ortamın yarısını kaplayan yüksek basınçta tutulmuş bir tüptür. Elektrotlar arasında belirli bir potansiyel farkı bulunur. İyonize olan radyasyon radyasyonun girince, tüpün içindeki gaz moleküllerini iyonlaştırır ve elektronlar negatif kutuplara doğru hareket ederler. Bu akışı bir amplifikatör büyütür ve ölçüm ünitesini etkileyerek "tik" sesi oluşturur.

7.6.2.1. Kimyasal sonuçla ile ölçüm

Kimyasal sonuçla ile yapılan ölçümler, radyasyon etkiyle meydana gelen iyonların kimyasal bileşikler veya atomlar olarak birleşmeleri veya iyonlaşmanın sonucu kimyasal özelliklerini değiştirmeleri sonucu yapılır. Yani, kullanılan emülsiyonlar, bunların iyonlaşma sonucu için etkileşimle sonuçlandırılarak kaydedilerek ölçüm yapılır. Bu amaçla "sarı" veya "klorofors" kullanılır. Klorofors + su karışımı radyasyonla maruz kalan emülsiyon-

İyonlaşma radyasyonunu hızla emen bir malzeme ile emilimi ölçerek hidrojen miktarını belirlemek mümkündür.



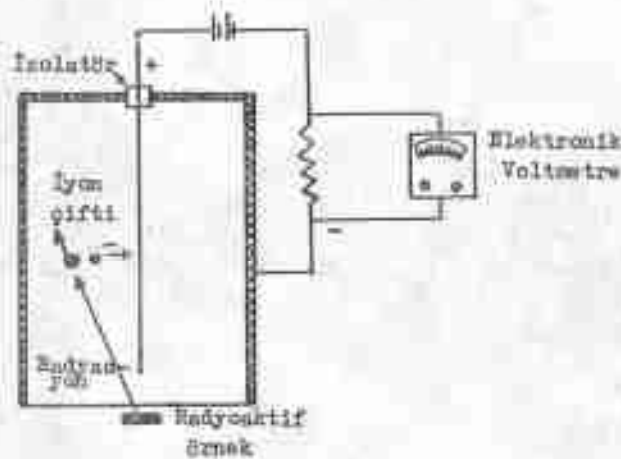
Ortamda asit miktarı arttıkça pH değeri düşer. Bu nedenle pH ölçümüyle veya ortamın asitliğine göre renk değiştiren organik boyalar yani indikatör kullanılarak, gaz miktarı ölçülür. Ancak bu yöntemde radyasyonun hassasiyeti azdır. Genellikle 25 Höntgenin altında radyasyonlar ölçülemez.

7.5.2.2. Sayım Sistemleriyle Ölçüm

Bu sistemde radyasyon ıyınlarıyla faydalanılmaktadır. Radyasyon dedektörleri olarak kullanılan sayım sistemlerinde iyonlaşma ve sintillasyon yöntemleri uygulanır.

İyonlaşma Yöntemi

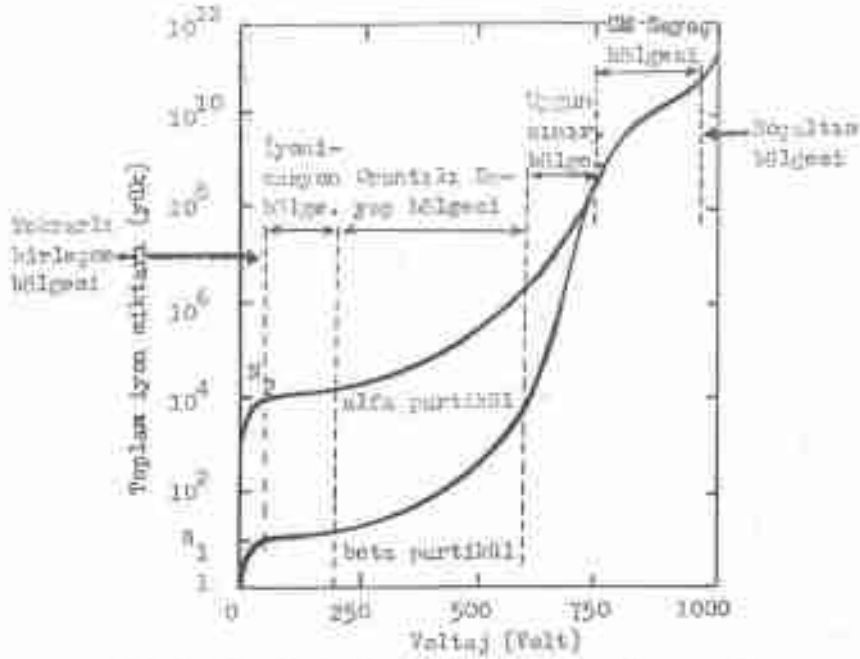
Bu yöntemde, madde ile değişik radyasyon tiplerinin etkileşiminden meydana gelen iyonlar dedektörlerde sayılırlar (Şekil-73).



Şekil-73: İyonlaşma yönteminin şematik diyagramı (Overman and Clark, 1960).

Yöntem, radyasyonun bir gas için bir geometrik yapıda meydana gelmesini ilkönce gerektirir. Radyasyonun yavaş yavaş arttırılması durumunda bu yapıda oluşan iyonların bir kısmı negatif iyonlaşımın etkisinde negatif iyonlar (e^-) olarak toplanır ve $Q = n \cdot e$ elektrik yükü ve $\Delta V = \frac{Q}{C}$ kadar voltaj düşümesine uğratılır. Böylece gelen yük ve alan ilişkisi, bir ölçüde bir sistemin eğilimi olur.

Bir ölçüde voltaj arttırılıp belirli bir seviyeye ulaştırıldıktan sonra, elektrik yüklerinin bir bölgeye toplanarak kurulum alanı genişletilir (Şekil-74) (Overman and Clark, 1960).



Şekil-74: Değişik voltajlarla toplanan yük miktarı ile ilgili olarak elde edilen sonuçların karakteristiği

İyon oluşumunda meydana gelen iyon miktarı radyasyonun enerjisi ve miktarına bağlı olarak değişir. İyon oluşumunda genellikle, yüksek enerjili ve çok iyonlayıcı radyasyonlar, direkt olarak

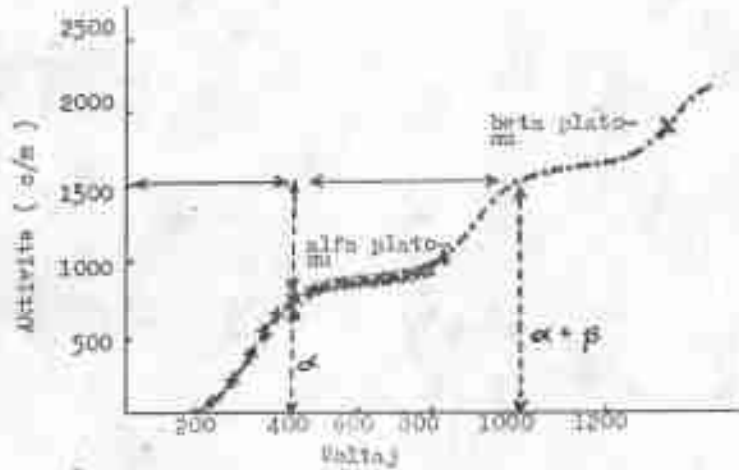
teşkilatı boş alanından ölçülür.

Tekrarlı birleşim bölgesi; anında verilen voltaj düşük olduğundan, meydana gelen iyonlar elektrodta toplanmadan birleşirler. Bu birleşim voltaj arttıkça azalır ve sıfır olur.

İyonlaşma bölgesi, tüm negatif iyonların elektrodta toplanmaya başladığı voltajdır. İyon çiftlerinden ibaret olan bu iyonlara primer iyonlar denir. Negatif iyonlar (e^-) anodta, pozitif iyonlar katodta toplanarak bir doyma akımına ulaşırlar. Bu akım iyon odasına giren radyasyonların oluşturduğu iyon sayısına eşittir.

Orantılı sayım bölgesi; voltaj, doyma akım bölgesinin üstünde artırıldıkça toplanan iyon sayısında bir artış olur. Primer iyonlar anod yakınlardında çarpışarak sekonder elektronları meydana getirirler. Elektrik yükünde de artış meydana gelir ve voltaj büyür. Voltaj büyümesi, primer iyon sayısı ile orantılı bir şekilde olur.

Orantılı sayımları daha ziyade alfa ve beta kaynakları için kullanırlar. Sayım platformu aşağıdaki grafikte görülmektedir (Overman and Clark, 1960).

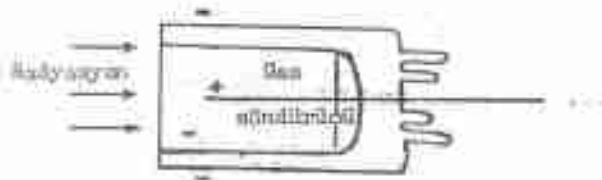


Geiger Moller Sayac Bölgesi; voltajın fazla (2500 volt) yükseltilmesiyle e^- lar azalır ve elektronlar e^- lar olgusunu ve anoda doğru bir akım başlar. Bu arada uyarılmış gaz molekülleri meydana gelir ve bu moleküller foton yayarlar. Fotonlar tübe veya katoda fotoelektrik olayı meydana getirir. Anoda gelen e^- lar + iyon bulutu oluştururlar. Elektrik alanı güçlüdür ve negatif iyonlar katoda gider. + iyonlar katoda gidip fazla elektronlarla birleşerek nötrleşirler ve tekrar uyarılan atomlar, fotoelektrik olayla tekrar negatif iyonlar oluşur. Bu negatif iyonlar için çok az sayıda organik gazlar ilave edilir. Bu moleküller iyonlaşma olgularından negatif iyonlar.

Geiger Moller Sayacı

Bu sayacılarda iyon toplama teorisi vardır. Gaz amplifikasyonunda lineerlik görülür. Sürekli negatif iyonlar için negatif iyonlar ilave edilir ve elektronların negatif iyonlar için negatif iyonlar ilave edilir. Bu sayacılarda az sayıda organik gazlar ilave edilir. Bu organik gazlar iyonlaşma olgularından negatif iyonlar oluşur ve bu negatif iyonlar katoda gider. + iyonlar katoda gidip fazla elektronlarla birleşerek nötrleşirler ve tekrar uyarılan atomlar, fotoelektrik olayla tekrar negatif iyonlar oluşur. Bu negatif iyonlar için çok az sayıda organik gazlar ilave edilir. Bu moleküller iyonlaşma olgularından negatif iyonlar.

Sistemin bir kısımları ile negatif iyonlar ve negatif iyonlar olarak negatif iyonlar ilave edilir. Bu negatif iyonlar katoda gider. + iyonlar katoda gidip fazla elektronlarla birleşerek nötrleşirler ve tekrar uyarılan atomlar, fotoelektrik olayla tekrar negatif iyonlar oluşur. Bu negatif iyonlar için çok az sayıda organik gazlar ilave edilir. Bu moleküller iyonlaşma olgularından negatif iyonlar.



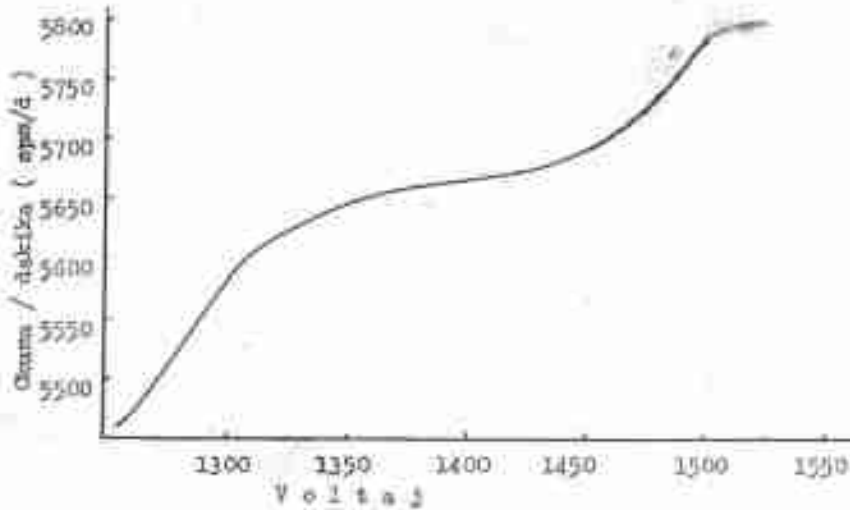
Aşağıda özellikleri verilen bir Geiger Müller tübünde yapılan uygulama sonuçlarının değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

Tübu pencere kalınlığı	: 2.7 mg/cm ²
Back ground	: 25 cpm
Bağlama voltajı	: 1100-1250 volt
Çalışma voltajı	: 1400 volt
Minimum plato uzunluğu	: 300 volt
Kullanılma ömür	: Yaklaşık 1x10 ⁹

Önce aletin esas standartları ayılır. Yüksek voltaj tübe göre ayarlanır. Tübu pencere kalınlığı üzerinde yapılabilir ve bu hassaslığını etkiler. 900 volttan sonra (High voltaj) sayım elde edilir. Daha sonra 50 çer artırılarak (cpm/dakika) dakikadaki sayımlar tesbit edilir ve kurve çizilir. Çizilen platonun orta bölgesi çalışma voltajıdır. Alet 5 dakika çalıştırıldıktan sonra elde edilen okumalar aşağıda verilmiştir.

Voltaj	Okumalar			Ortalama
	1	2	3	
850	-	-	-	-
900	-	-	-	-
950	-	-	-	-
1000	-	-	-	-
1050	-	-	-	-
1100	-	-	-	-
1150	-	-	-	-
1200	-	-	-	-
1250	-	-	-	-
1300	5589	5569	5510	5556
1350	5817	5789	5688	5803
1400	5949	5946	5946	5947
1450	5752	5893	5883	5868
1500	5889	5869		5879
1550	5908	5919		5911
1600	5799	5812	5812	5812
1650	5817	5862	5753	5839

Paralel okumalar arasında 100 den büyük fark olmalıdır. Aksi halde hatalı sonuç elde edilir. Ortalama değerler milimetrik kağıtta işaretlenip plato elde edilir. Elde edilen değerlere göre; sayım sisteminde bir boşluk olduğu görülmektedir. Aşağıda



bulunan neden gaz dikeye uğramıştır. Ancak Geiger tübü değiştirildikten sonra alet tekrar kullanılabilir. Alet normal çalışmaya 1300 volttan başlanarak üzere elde edilen okumaların 5500, 5550, 5600, 5650, 5700, 5750 opm olması gerektirir.

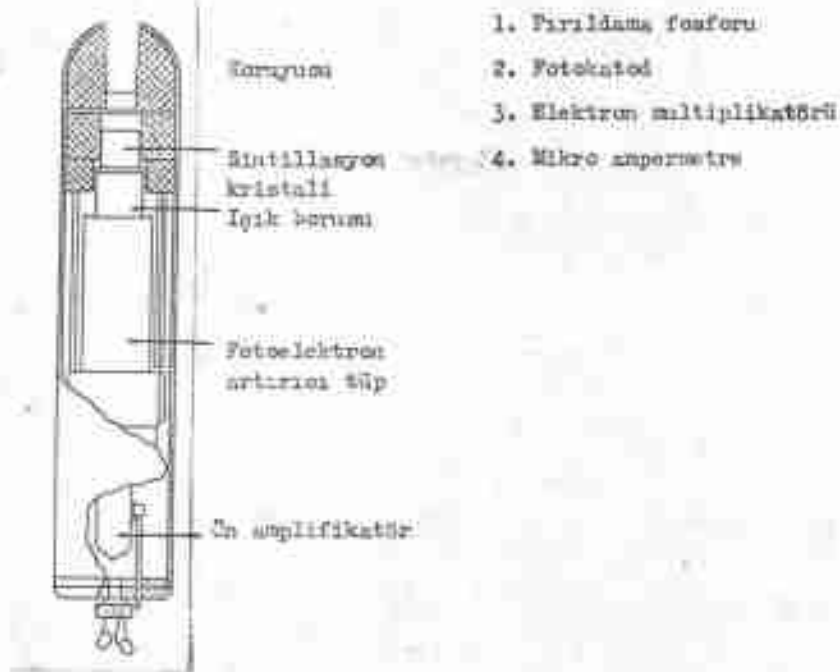
Sintilyasyon yöntemi

İyonlaştırıcı radyasyonlar katı, sıvı veya gaz halindeki bazı maddelerle etkileşerek iyonlaşma ve uyarılan maddeleri getirirler. Elektronun enerji verildiğinde, bu maddeleri ayırma ve uyarılan e^- eski haline dönerken ışık yayar. Radyasyonların etkiledikleri katı, sıvı veya gaz halindeki maddelere parıltı (sintilyasyon) fosforları denir.

Sintilyasyon fosforlarının yaydığı ışık, foton çoğaltıcı tüpler tarafından toplanarak, voltaj pulsu haline getirilir. Maddelere gelen puls radyasyon enerjisine bağlı olarak değişik büyüklükte olabilir. Sayım ve enerji ayırımında kullanılırlar. Alfa parçacıkları çok iyonlayıcı olup, pulsuları beta ve gamma

şansı büyüktür. Alfa ışınlarını ölçmek için gümüş ile aktive edilmiş ZnS kristali kullanılır. Düşük seviyedeki gama ışınlarını ve X-ışınını ölçmek için talyum ile aktive edilmiş NaI kullanılır. Nötronları ölçmek için termal nötronların bor ile verdiği (n, α) reaksiyonu gibi sakonlar bir reaksiyondan yararlanarak meydana gelen alfa parçacıkları ZnS ile sayılırlar.

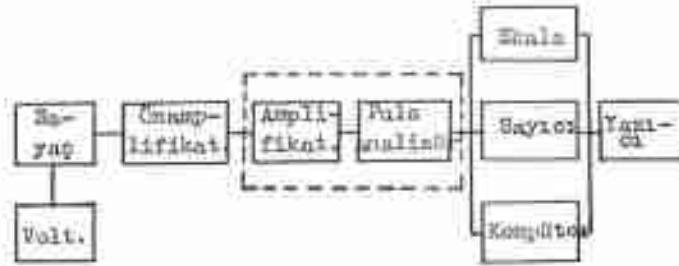
Sintillasyon dedektörlerinde (Şekil-75) aşağıdaki kısımlar önemlidir.



Şekil-75 : Sintillasyon dedektörünün şematik görünümü (Overman and Clark, 1960).

Sistemde; sintillasyon fosforundan çıkan fotonlar (ışık pırıltıları) fotokatod tarafından toplanıp, fotoelektrik olayla e^- ları çevrilmesi ve bundan çıkan zayıf akım çok sayıdaki dinodlarla çoğaltılıp, elektron multiplikatörüne gelir. Çoğaltılan akım mikroampermetre ile okunur.

7.6.2.3. Hisseltirilmif Elektronik Ekipman Cistecleriyle
Sinyalli sayacilar bu gruptadirler (Sekil-76).



Şekil-76: Sinyalli sayacilarin sematik diyagramı (Overman and Clark, 1960).

Elektronik radyasyon dedektörlerinin ana parçesi yük- sek voltaj kaynağıdır. Elektroskopların heasilari için bu, 50 voltluk bir batarya veya bir friksiyon-gükleme mekanizması olu- bilir. Fakat en iyisi elektronik voltaj kaynağıdır. Yüksek voltaj kaynaklari 500 Volttan 5000 Volta kadar değiyen kaynaklardir. Genellikle Geiger-Müller sayacilarında kullanılan en uygun voltaj 2500 Volttur.

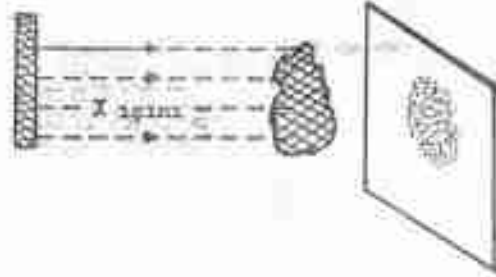
7.6.2.4. Fotografik Emülsiyon ve Otoradyografi

Fotografik film, nükleer radyasyonun sonucu olduğu bugün bilinmektedir. 1896 yılında Becquerel tarafından uygulanan otoradyografi yöntemi son yıllarda en iyi yöntem olarak ku- bul edilmektedir. Yöntemin esası, radyasyonun bir film veya ba- ka hassas bir emülsiyon üzerinde tutulmasıdır. Radyografi üç şekilde uygulanmaktadır. Üçünde de aynı, teknik farklıdır.

1. X-ışın radyografisi
2. Nötron radyografisi
3. Otonütrografi

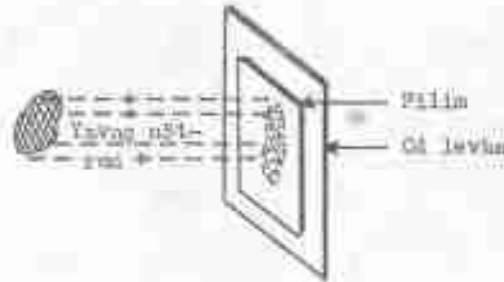
X-ışın radyografisi

Bir kaynaktan gönderilen X-ışınlarının örnekten geçtikten sonra bir film üzerinde tesbit edilmesidir.



Nötron radyografisi

Bu sistemde ışınlar yavaşlatılmış nötronlardır. Nötronlar gama-beta şeklinde geçerler. Nötronların izini, gücünü ve hızı belirlenmek olaburca güçtür. Bu nedenle filmle arkasına bakma bir kadmimyum levha konulur.



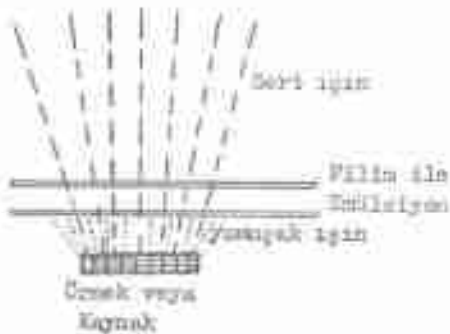
Ötöradyografi

Ötöradyografi, radyasyonun film üzerindeki baskıdığı izlerin kimyasal yolla analizi amacıyla yapılır. Bu analiz, çeşitli faktörlerin etkisindedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Radyasyonun geldiği kaynağı kaynağın α , β , γ türlerinin oranına göre alınan sonuç farklı olacaktır. En iyi sonucu β radyasyonundan sağlandığı tesbit edilmiştir.
2. Ötöradyografinin yapıldığı filmin kalitesi: bu analizler özel olarak tasarlanan filmlere yapılmaktadır. Örneğin röntgen filmleri gibi.
3. Radyasyon kaynağından gelen ışınların örnek üzerindeki dozunun bu dozun değerine göre objenin film üzerindeki iziyle farklı olacaktır.
4. Radyasyon kaynağının ve objenin film üzerindeki.

Ötöradyografik çalışmalar, mikrosnel, sücre içi veya dışı grupları arasında yapıldığına mikrotöradyografik; ökü ve daha büyük ölçülerde yapılan çalışmalar ise makrotöradyografik çalışmalar olarak isimlendirilir.

Ötöradyografide yüksek çözünürlük gerektiren özel bir teknik, pozun süresidir. Örneğin; radyasyon kaynağı ^{14}C ve ^{32}P ise,



^{14}C yumuşak β verir. Etkisi 100 dır. ^{32}P sert β verir. Etkisi 20, [γ] Genelinin etkisi 1 dir. Yumuşak ışın, filminde oturma- kat sert olanlar filmi delip geçer ve film dışındaki etki- sio knlar.

Not: ^{14}C beta verir, enerjisi 0.155

^{32}P beta verir, enerjisi 1.712 dir.

İyi bir eterofiyogram için 5-10 milyon β/cm^2 izahat etmelidir. 10 μ inceliğinde bir örnek 15 gündür

Radyasyon kaynağı	($\mu Ci/g$)
^{14}C	0.05
^{45}Ca	0.05
^{131}I	0.20
^{32}P	0.40
^{65}Zn	2.00

radyasyonun izahat etmesi gerekir.

Radyoaktif maddeler tehlike durumlarına göre sınıflandırılırlar:

1. Az tehlikeli radyoisotoplar: Na^{24} , K^{42} , Ca^{64} , Mn^{52} , As^{74} , Kr^{85} , Hg^{217}
2. Orta tehlikeli radyoisotoplar: H^3 , C^{14} , Hg^{22} , B^{35} , Cl^{36} , Mn^{54} , I^{131} , Rn^{198} , Cu^{133}
3. Çok tehlikeli radyoisotoplar: Ca^{45} , Zn^{54} , Sr^{90} , Y^{91} , B^{24}

7.6.3. Radyasyon Teknikleri

7.6.3.1. İzleme Tekniği

Radyoaktivitenin uygulanma yöntemlerinin büyük bir kısmı izleme tekniğine dayanır. Bu yöntemle radyoisotopun sahip olduğu radyasyon, sisteme fiziksel veya kimyasal bir değişiklik yapmaz. Sadece izotopun takibini mümkün kılar.

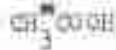
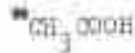
İzleme tekniği kimyasal bir reaksiyonda bulunan bir maddenin içerisinde radyoisotop eklenmesi yani etiketlenmesi suretiyle reaksiyon süresince o maddenin, varlığı reaksiyon süresince takibini ve ölçümünü sağlar. Kullanılan radyoaktif maddelerin miktarları çok küçük olduğunda radyasyonun korunması önemli bir problem haline gelir.

İzleme tekniğinin en önemli özelliği çok hassas ölçümü ve

tertalemayacak kadar küçük miktarlar% bile izlenebilir ölçülebilir-
sindir. Etiketleme bir bileğin ölçülmesindeki hassasiyet epe-
sinden aktivitesine bağlıdır. Spesifik aktivite ise aktif atomlar-
ın sayısının toplam atom sayısına oranıdır.

1. Radyoaktif atom veya atomlar ihtiva eden kimyasal bir
bileşik , sentezlenerek etiketleme yapılır. Radyoaktif olarak
etiketleme olarak bilinen bu yöntemde bileşiklerin radyoisomerleri
önemlidir. Örneğin;

CH_3COOH : Asetik asit, organik kimyada tek şekilde dir.
Fakat bunun radyokarbon ihtiva eden 3 radyoisomeri vardır.



Bu üç değişik asetik asitler kimyasal reaksiyon% farklı bileşikler
verirler ve bu bileşikler aktif karbon atomuna göre ayrılır.
Bu nedenle aktif karbonun bulunduğu yer önemlidir. Radyoaktifle
etiketleme çok pahalı bir yöntemdir.

2. Radyoaktif atomların moleküle bağlanması,biyosentezle-
ne olabilir. Bununla etiketlenmiş bileşiklerde aktif atom değişik
pozisyon% olabilir.

3. Aktif atomlar(exchange)değişme reaksiyonu sonunda,mo-
leküle yapılarına bağlanırlar. Bunun yapılabilmesi için yüksek sı-
caklık ve katalizöre gereksinim vardır.

4. Etiketleme%de reaktörde ısıtılarak hareketli ak-
tif hale getirilerek, etiketleme yapılmaktadır. Bu teknik habbit
fakat bileşikte bulunan diğer atomların % aktiflenme tehlikesi
oluşmaktadır, istenmeyen bir aktivite elde edilebilir.

İzleme tekniğinin uygulanmasında bazı noktalara çok dikkat
etmelidir. Önce; seçilecek isotopun bütün izlen boyuna incelene-

cek maddeden ayrılması, onunla birlikte hareket etmesi gereklidir. Sonra, ayrılması için olay içerisinde yeterli düzeyde girici olmalı ve kullanıldığı sistemde değiştirilebilir. İzotopun yarılama hızı araştırmanın yapılacağı zamana, hatta tekrarlama için yeterli kadar uzun olmalı, deney bitiminde radyasyon tehlikesini ortadan kaldırmak için de çok uzun olmamalıdır.

Radioaktif maddenin kimyasal konsantrasyonunun düşük olması nedeniyle absorpsiyon güçlüğüne taşıyıcı ilavesi yapılarak, radioaktif olmayan izotopu ilave edilerek, sorun çözülebilir.

İzotop tekniğinin uygulamalarından bir çoğu seyreltme metoduna dayanır. Kantitatif bir ayırmanın mümkün olmadığı durumlara çok önemlidir.

Metodun prensibi, tayin edilmek istenen maddenin belirli bir miktarı, etiketlenmiş olarak, saf halde ve belirli bir spesifik aktivitede, analizi istenen karışıma ilave edilir. İyice karıştırılır. Tayini istenen madde uygun bir işlemle karışımdan ayrılır. Ayrılan saf maddenin spesifik aktivitesinden ayrılma verimi ve karışımdaki madde miktarı bulunabilir.

M_1 = karışımda tayin edilecek madde miktarı

M_2 = ilave edilen etiketlenmiş madde miktarı

A_2 = ilave edilen etiketlenmiş maddenin spesifik aktivitesi.

A_3 = karışımdan ayrılan maddenin spesifik aktivitesi.

$$A_1 = \frac{A_2 \cdot M_2}{M_1 + M_2} \text{ formülünden}$$

tayin edilecek madde miktarı bulunabilir.

İzotop seyreltme metodu özellikle kesin bir ayırma metodunun bulunmadığı, birbirine çok benzeyen maddeler için uygulanır.

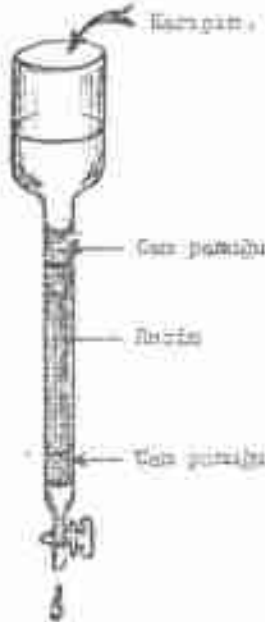
Sıyıcalsenentlerin Ayrılma Yolları

a) Çöktürme : Ayrılması mümkün olan elementin çökelmeyen bir bileşimini teşkil ederek ayırma yoludur.

b) İyon Değiştirme tekniği; su ve gaz karakterli grupların bulunduğu büyük moleküllü polimer matrisler, iyon değiştiriciler olarak bilinirler. Bileşikte H_2SO_4 bulunurlar katyon, amio grubu bulunanlar ise anyon değiştiricilerdir.

Sülfasyon içerisindeki anyon ve katyonun her ikisi de aktif olacağı gibi biri aktif, diğeri inaktif olabilir. Birinin aktif olduğu durumda; örneğin, elimizde fosfor aktif KH_2PO_4 varsa, bunu teşkil eden anyon ve katyonların ayrılması aşağıdaki şekilde yapılır.

Ayırma'da sentetik olarak yapılmış iyon mübadile rezinleri kullanılır. Bunlar anyon mübadile, katyon mübadile veya anyon tutucu, katyon tutucu olarak imalantirilirler. Bazılar çözülmeye



Şekil-77: Ayırma kolonu

racının büyüklüğüne göre önem taşırlar. Çap büyüklükleri 0.4-0.6 mm'dir. Aynı karışımda farklı özgülükteki taneler, karıştırılmalıdır. Çünkü her resin tabakası çevresinde göre (-) veya (+) yükü tutma kapasitesi mevcuttur. Tutma kapasitesi farklı resinler eşit şartlarda çalışacağından tutma farklı olacağı ve matris o derece zayıflayacaktır.

İşlem, ayırma kolonuna yapılır (Şekil-77). Kolona önce su doldurulur. Altındaki suyu süzülür. Bir miktar cam parçası kolonun alt kısmına cam parçası ile indirilir. Bir miktar (10 g) resin tartılır. Eklenir ve kolonun ince ucunda hiç hava kalmadığı

birakılmadan boşaltılır. Rezinden sonra cam püskürtü (öncekinin aynı miktarında) tekrar cam çubukla yerleştirilir. Bastırılarak iyice sağlanmaktadır. Suoluk açılarak üstten verilen su birkaç defa devrettirilir. Resin üzerindeki püskürtü üst seviyesine kadar devamlı su konur ve daimi olarak suyun bulunması sağlanır. Kolon analize hazırdır.

Resin miktarı tutma kapasitesine göre ayarlanır. Kullanılan resin 4.5 mg/g kapasitesindedir. Stok (örnek) fosfor çözeltilisinden 5 ml alınıp kolona üstten ilave edilir. Suoluğun altına konan 50 ml'lik bulon jöjeye (devamlı su ilave edilerek) geçirilip 50 ml'ye tamamlanır. Tekrar 2. bir 50 ml'lik bulon jöjeye tekrar üstten su ilave edilerek 2. bir örnek hazırlanır. Ayrıca stok örnekten 5 ml alınarak 50 ml'ye seyreltilir. Netice olarak;

1. Stok örnekten 50 ml. ye seyreltilen,
2. İlk rezinden geçirilip 50 ml'ye seyreltilen,
3. İkinci rezinden geçirilip 50 ml'ye seyreltilen,

olmak üzere 3 örnek elde edilir. Her birinden 2 her paralel olmak üzere, 1 ml alıp, plançette kurutulur ve sayılır.

	<u>1.Sayım</u>	<u>2.Sayım</u>	<u>3.Sayım</u>	<u>Ortalama</u>
Background	85	79	83	82
1. Örnek: 1	1518	1506	1535	1519
2	1556	1580	1555	1561
2. Örnek: 1	1532	1513	1506	1517
2	1519	1471	1457	1449
3. Örnek: 1	84	77	63	75
2	68	75	93	79

Okumaların da görüldüğü gibi rezinden geçen 2. örnekte aktif P bulunmaktadır. İnaktif fosfor kalıp kalmağını anlamak için 1., 2. ve 3. örneklerde inaktif fosfor analizi yapılır. Eğer fosfor çok az miktarda ise, aynı renk metoduyla; normal düzeyde ise, berton metoduyla bulunur.

1. Örnek }
2. Örnek } 5 ml + Su + 5 ml berton + Su → 90 ml
3. Örnek }

430 m μ dalga boyunda spektrofotometrede yapılan okuma sonuçlarına göre; inaktif fosfor tayini yapılmıştır.

Not: Kolenadaki resin içerisinde K kalmıştır. Çünkü K⁺ dir ve katyon (-) olacaktır. Fosfor ise H₃PO₄ olarak ilk balonda toplanmıştır.

Eğer elde mevcut KH₂PO₄ dan K ayrılıp yerine Na konmak istenirse, yani NaH₂PO₄ formu teşkil edilecek ise, o takdirde 1. balonda toplanan örneğe, hesaplanarak NaOH ilave edilir ve karıştırılır.

Hesaplamak için;

Önce elde mevcut KH₂PO₄daki P miktarı bulunur → 0.02 g

KH₂PO₄ in mol. ağırlığı bulunur : 136 g

Bunun karşılığı P un ağırlığı : 31 g

$$\begin{array}{r} 136 \text{ g } \text{KH}_2\text{PO}_4 \\ \times \quad \quad \quad 0.02 \text{ g P varsa} \\ \hline \end{array}$$

$$x = \frac{136 \times 0.02}{31} = 0.088 \text{ g}$$

$$\begin{array}{r} 136 \text{ g } \text{Na} \text{ 39 g } \text{K varsa} \\ 0.088 \text{ g " } \quad \quad \times \\ \hline \end{array}$$

$$x = \frac{0.088 \times 39}{136} = 0.025 \text{ g K yerine Na konur.}$$

Veayhutta; örneğin, elde mevcut suluysayın Ca⁴⁵ ve P³² izotopları var ise; P³² (-) katyon, Ca⁴⁵ (+) anyon olduğundan, anyon tutucu resin kullanılarak Ca tutulup, fosfor PO₄ olarak balonda toplanarak ayırma yapılır.

Sonra bir başka 50 ml.lik balon, su ile doldurulur. Daha sonra 50 ml.lik üçüncü bir balona üstten HCl ilave edilir. HCl konsantrasyonu alty 50 ml.lik balon'a toplar. 50 ml.ye tamamlanır. 4. balona alınacak sıvı artık kalsiyum içermemektedir.

Aynı işlemler, kontrol bakımından, ayrı ayrı balonlar'a bulunan kalsiyum ve fosfor için uygulanır.

c) Kromatografi ile ayırma

Bu yöntem absorpsiyon kromatografisi'de denir. Absorban olarak Al_2O_3 , $CaCO_3$, Silikajel, kömür veya süngüç kâğıdı kullanılır. Absorban üzerine iyonları ayrılacak çözeltiden bir miktar ilave edilir. Üzerine konan çözücü ile iyonlar cisimlerine göre belli istikamette birbirlerinden ayrılırlar.

Radyometrik analiz yöntemi

Doğal radyoaktif elementlerin tayini, aktiflik ölçümlerine dayanır. Bu yolla miktar tayininde önce radyoelementin mutlak parçalanma hızı ölçülür. Daha sonra yarı ömür tebit edilir.

$$\text{Mutlak parçalanma hızı } (A_0) = \frac{(R) \text{ Saygıtta okunan } \times \text{ Saygıtın verimi } (f)}{\text{Ayrırma verimi } (V) \%}$$

$$A_0 = \lambda N$$

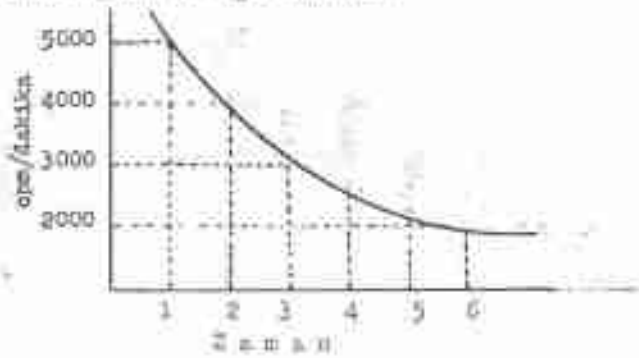
$$\lambda = \text{parçalanma hız sabiti}$$

$$N = \text{radyoaktif atomların sayısı}$$

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} \text{ bağıntısına verir.}$$

Bir radyoaktif örnek zamanla aktivitesinin'den kaybeder. Zamanla'ğı aktivitenin yarıya indiği zaman, örneğin yarı ömür denir. Bazı radyoaktif elementlerin belli zaman içerisinde aktivitesinin ne kadarını kaybedip, ne kadarının kaldığını belirleyen cetveller yapılmıştır. Bunları kaydetmek için, başlangıç

aktivitesi bilinen bir örneğin nükleer ve nötronları sayılarak hesapları yapılır. Bunun sonucu, spektrometrik olarak elde edilen sayılar üzerinde yapılan yarı logaritmik hesap üzerine istenilen eğriye kurvenin çizilir. Kurveden, alınan değere göre herhangi zamanında değeri bulunur.



7.6.3.2. Aktivasyon Analizi Tekniği

Diyagram düzeyindeki elementlerin, m^2 'e kadar nispeten küçük bir ölçüm yapılmadan analiz edilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikte analizi istenen örnek, nötronlar veya diğer nükleer partiküllerle bombardman edilerek radyoaktif hale getirilir. Örnek içerisinde radyoaktif hale gelen izotoplar, yarı ömürleri ve yayımları radyoaktif ışınlarla enerjileri ile tespit edilirler. Örneğin kantitatif analizi için, özel olarak hazırlanan ve örnekle aynı şartlarda bombardman edilen standartlar ile mukayese edilerek yapılır.

Genellikle aktivasyon analizinde nötronlar kullanılır. Çinko izotoplarının madde içerisinde girbilme yeteneği, diğer nükleer partiküllere nispeten çok fazladır. Ayrıca çeşitli elementlerle reaksiyon vermesi ihtimalleri de fazladır.

Aktivasyon analizi; biyoloji, tıp ve kimyada uygulanan, kriminoloji, arkeoloji ve çevre kontrollerinde kullanılan bir analiz tekniğidir. Tekniğin amacı, bir materyal veya bir nesneyi oluşturan bileşenlere ayırarak maddeyi yapılarını analiz etmektir.

Aktiveasyon analizinde beş önemli nokta vardır:

1. Aktiveasyon için nötron kaynağının seçilmesi,
2. Nötronların madde ile etkileşmesinin sağlanması,
3. Örneğin radyoaktif hale getirilmesi,
4. Gamma spektrometresinde spektrumun tespiti,
5. Bulunan spektrumun analiz edilmesi.

Aktiveasyon analizinde genellikle aşağıdaki nötron kaynakları kullanılmaktadır:

- a) Nükleer reaktörler
- b) İzotopik nötron kaynakları
- c) Hızlandırıcılar

Nükleer reaktörler; çok çeşitli enerjilere sahip çok sayıda nötron veren kaynaklardır. Bu reaktörlerden tek enerjili çok sayıda nötron elde etmek oldukça güçtür. Enerji sınırları, 0.2 eV (sadece çok küçük) ile 0.5 MeV arasındadır.

İzotopik nötron kaynakları alfa, nötron (α, n) ile gamma nötron (γ, n) ve spontane fasyon reaksiyonlarından yararlanılarak elde edilen kaynaklardır. Bu kaynakların verimleri nötronların enerjileri çeşitlidir. Avantajları, taşınabilir olmalarıdır.

Hızlandırıcılarda, yüksek parçacıklar hızlandırılıp uygun bir hedefe çarptırılıp nötron elde edilmektedir. Elde edilen nötronlar tek enerjilidir. Hızlı nötron aktiveasyonu için uygundur. Kullanılan hedefin yarı ömrü kısa olduğundan, kısa yarı ömürlü radyoizotopların analizinde kullanılırlar. Hızlandırıcıların bu özellikleri avantajlarıdır.

Nötronlar yüksek parçacıklar olgularından madde ile etkileşmelerinde doğrudan doğruya çekirteklerle reaksiyon yapabilirler. Bu reaksiyon, nötron enerjisine ve hedef çekirdeğin dinamiğine göre değişir. Nötronun giriş olduğu 5 tip reaksiyonun başında bir gama, bir nötron, iki nötron, proton veya alfa çıkarak reaksiyonlar tamamlanmaktadır.

Örneğin radyoaktif maddelerin miktarında meydana gelen aktivite ölçümündeki hatalar ifade edilmiştir.

$$A_0 = A_n (1 - e^{-\lambda T})$$

A_0 = Örneğin kazandığı aktivite

A_n = dengenin aktivitesi

λ = izotopun parçalanma sabitesi

T = kalma süresi

$$A_n = N_t \cdot \lambda_n \cdot Q$$

N_t = Örnek içinde bulunan izotopun cm^3 içindeki çekirdek sayısı

λ_n = İzotopun aktiflenme olasılığı

Q = ortamdaki nötron akısı

$$N_t = \frac{m \cdot N_0}{A}$$

m = ölçülmeye alınan örneğin kütlesi yani aktive olan kütle (miktar)

N_0 = Avogadro sayısı

A = izotopun aktif elementin atom ağırlığı

Örnek içindeki maddenin mutlak olarak belirtilmesi gerekir. Bunun için önce elementin belirli miktarda bulunduğu standart örnek hazırlanarak, aynı örnek ile birlikte aynı şartlar altında ölçülür ve sayılır. Standart içerisindeki elementin bilinen kütlesi ile örneğin kütlesi arasında ilişki kurularak, örnek içindeki elementin miktarı tespit edilir.

Spektrumun tespitinde kullanılan gama spektrometresi aşağıdaki kısımlardan meydana gelmiştir:

1. a. Gama defektörü: Talyum ile aktive edilmiş NaI kristali

ii. ölçülme ünitesi sayacıdır.

b. Fotoğraf: Fotoğraf alınır. 

- o. Ön yükseltgeç (Preamplifikatör)
3. Yüksek voltaj kaynağı
3. İkinci yükseltgeç (liner amplifikatör)
4. Çok kanallı pulse göstergesi (analizör)

Gamma fotonları spektrometrenin yukarıda sayılan dört ana bölümünden geçip, o radyoaktif bürseğe ait gamma spektrumu oluşur. Her radyoizotopun karakteristik bir gamma spektrumu vardır. Fotonun enerjisinin tahmininin kristal içerisinde soğurulması sonucunda fotopik meydana gelir. Radyoizotopun teşhisinde ve miktarının tayininde fotopik eskilidir. Karışık bir spektrumda birden fazla fotopik bulunur.

Spektrunun analizinde önce spektrometrenin enerji kalibrasyonu yapılır. Bu amaçla, enerjileri belli kaynaklardan alınan gammalardan elde edilen spektrumların fotopik kanal numaraları eşit, ilgili enerji oranında yazılıp, elde edilen eğri, kalibrasyon eğrisidir.

Kalibrasyon eğrisinden sonra örnek ıçılansp spektrumu alınır. Spektrumda çeşitli radyoizotoplardan ileri gelen fotopiklerin enerjileri dikkate alınarak her fotopikin yarı ömrü tayin edilip, enerji ve yarı ömrü bilinen izotopun alüsterbuju element teşhis edilir. Seçilen elementin standartı hazırlansp örnek ile birlikte aynı şartlarda ıçılansp spektrumlar alınır. Bu spektrumun fotopik alanı hazırlansp elementin miktarı bulunur. Örnek ve standart spektrumları aramızdaki farktan ikinci elementin miktarı hesaplanır ve bu işlemler tekrarlanıp örnek analiz edilir. Bu yöntem, spektrumu soyma (spektrum stripping) yöntemi dendir.

7.6.3.3. Içılama (Irradiation)

Atomik radyasyon canlı hücre ve hücreler üzerinde etki ederek meydana getirdiği değişiklik emasına dayanır. Bu teknik bu amaçla uygulanır.

1. Radyasyonun biyolojik etkisinden yararlanmak
2. Sterilizasyon ile gıda ve yem muhafazasında yararlanmak.

Atözik radyasyon canlı hücre ve hücreler üzerinde, alfa, beta ve gamma ışınlarıyla meydana getirildiği iyonlaşımın sonucunda hücre ve hücrelerin ölümüne yol açar. Radyasyon canlı organizma üzerine iki türlü etki eder. Birincisini somatik tesir diye bilişiriz, doğrudan doğruya organizmayı teşkil eden hücreler üzerine etki eder, kanser gibi biyolojik faaliyeti bozan olgular meydana getirmektedir ki böyle durumlarda tesir, sadece radyasyon alan canlıyı etkilemektedir.

İkinci etki genetik etkidir. Bu tesir, genler vasıtasıyla değişimin gelecekteki nesillere geçişi şeklinde meydana gelip devam eder. Burada esas etkinin alfa radyasyon sonucu genlerde meydana gelen kırılmaların hatırlanmasıdır.

Radyasyonun biyolojik etkisi sadece olumsuz yönde değildir. Aynı etki özellikle yararlanılarak tedavi şekilleri elde edilmiştir. Radyasyonun bu etkisiyle yararlanmak için, hücre ve hücreler radyasyona hassasiyet derecesine göre sınıflandırılarak, tedavide bu özelliklere dikkat edilir. Örneğin hücre ve hücrenin genç ve ilkel şekilleri ile çok bölünenleri radyasyona çok hassastırlar. Kan hücreleri ile kan yapım merkezleri (lenfositler, miyeloid hücreler, lenf hücreleri, lökositler, kemik iliği, epitel hücre, kemik dokusu, sıdık dokusu) nispeten radyasyona hassas kısımlardır.

Tümör tedavisinde esas prensip, çekilenen tümör hücrelerindeki üremeyi durdurucu etkiyi tesbit etmektir.

Sterilizasyonda yem ve gıdanın içilerek mikroorganizma faaliyetine uygun ortamın kaldırılması da aynı şekilde olmaktadır. Esas, radyasyonun tahrip gücünden yararlanmaktadır. İrresistible türlerde radyasyon kullanılması olmaktadır, radyasyon sadece biyolojik yapıda, canlıların çekil özelliklerini yitirip, ilişkilerde yapı farklılıkları teşkil eder, sadece sistemi değil gitmektedir. Neytama gelen yeni çekil bakteriyel faaliyete uygun olmadıkları için gelişmeleri sınırlıdır ve kullanılmaktadır.

7.7. Nükleer Tekniklerin Uygulanma Alanları

Nükleer teknikler, yavaşın çeşitli koşullarında rahatlıkla kullanılacak, güvenilir sonuçlar veren tekniklerdir. Uygulamalarında ya radyoizotopların işleme tekniklerinden veya aktivasyon analizinin yapılma özelliğinden yararlanılarak radyasyonun doğrudan doğruya işleme etkisinden yararlanılmaktadır. Nükleer tekniklerin uygulanma alanları aşağıda görüldüğü gibi sıralanabilir:

7.7.1. Tarım

- 1.1. Hayvan besleme
 - 1.1.1. Besin maddelerinin sindirim kanalımdan absorpsiyonu ve rezorpsiyonu
 - 1.1.2. Kan ve dokü alanında besin maddesi mübadlesi
 - 1.1.3. Ana ile yavru kanı alanında transplazental mübadele
 - 1.1.4. Süt salgısının fizyolojisi ve biyokimyası
 - 1.1.5. Çeşitli hormonların sentez ve salgılanma merkezleri
 - 1.1.6. Kan miktarının ve kan hücrelerinin ümlelerinin tesbiti
 - 1.1.7. Ana metabolizmadaki cereyan eden metabolik olaylar
 - 1.1.8. Radyasyon çalışmaları
- 1.2. Hayvan Islahı
- 1.3. Hayvan Sağlığı
 - 1.3.1. Hayvan hastalıklarının tesbiti
 - 1.3.2. Hastalıkların tedavisi
- 1.4. Bitki Besleme
 - 1.4.1. Toprak verimliliği
 - 1.4.2. Toprak-bitki ilişkileri
- 1.5. Bitki Islahı
- 1.6. Bitki Koruma

7.7.2. Endüstri

- 2.1. Yol ve yerleşim sistemlerindeki boruların sızınma tespiti
- 2.2. Akıy hacminin ölçülmesi
- 2.3. En iyi karışım miktarının tayini (homojen karışımın meydana geldiği noktanın saptanması)
- 2.4. Üretim sebebiyle aşınmanın tespiti
- 2.5. Fabrika ürünlerinde kalınlık, yoğunluk ve seviye tespiti (kaplama vb.)
- 2.6. Paket vb. kontrolleri
- 2.7. Rutabet ölçülmesi, petrol araştırmaları
- 2.8. Elektrik gücü üretimi.

7.7.3. Tıp

7.7.4. Hukuk

7.7.1. Tarımda Nükleer Tekniklerin Uygulanması

7.7.1.1. Nükleer Tekniklerin Hayvan Beslemeye Uygulanma Olanakları

İnsanlar doğaya tahsis gayretini içinde taşıdığı birçok olayların sebeplerini bulmaya çalışırlar. Bu çalışmalar ferah kahveni ile ilgili olduğu kadar doğa ile de ilgili olmuştur. Örneğin;

- Kökler hangi hızla büyürler?
- Ne kadar derine giderler?
- Yağmur yağdıktan ne kadar sonra su köklere ulaşır?
- Çiçek tozu rüzgar ile ne kadar uzak mesafeye gidebilir?
- Ağız yolunu ot bir insanin midesine ne kadar zamanca gider?
- Yemdeki besin maddeleri sindirir kuculunda emildikten sonra kana ve süte ne kadar zamanca geçer?

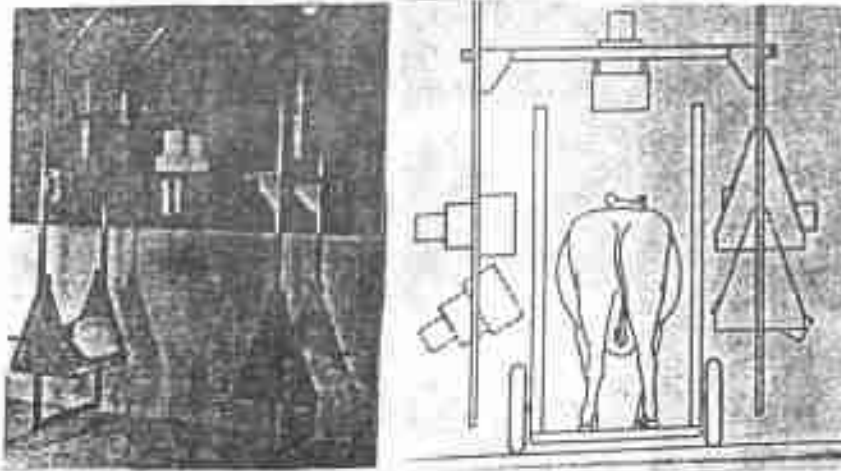
gibi soruların cevapları bugün radyoizotop tekniği ile aydınlatılmıştır.

Tarım sal ürünlerin artırılmasını için gerekli tedbirler yerinde ve zamanında alınmadığı takdirde insanların ileride buğulandıktan daha korkunç bir ağırlık tehlikesi ile karşı karşıya gelecekleri bir gerçektir. Tarım sal ürünlerin artırılması için kültür alanlarının ve hayvancılığın genişletilmesi yerine bu alanların ve hayvancılıktan elde edilen ürün miktarının artırılması daha uygun bir tedbirdir. Kültüre ayrılan alanlar ve mevcut hayvanlardan elde edilecek ürünün artırarak, bitki ve hayvanların maksimuma uygun bir şekilde beslenmeleri, verimli ve kaliteli bitkilerin yetiştirilmeleri, bitki ilaçları ve yabancılardan korunmaları, verilen yemlerin istifade derecesinin teskiti, iyi beslenme sağlanması ve elde edilen ürünün iyi bir şekilde muhafaza gibi tedbirlerin alınmasını ihtiyac vardır.

Belirli besin maddelerinin alınması, bu maddelerin rezervasyonu, ilahtan örneğin içeriğindeki karbhidratları, yağları, çözümlü organellerdeki tutulmaları ve emilimlerini çok az miktardaki maddelerle daha bugün izotopların uygulanması ile kantitatif ve kalitatif olarak araştırılmaktadır. Hatta besin maddelerini içeriğindeki örneğin 5 kilogramdan daha az olan miktarlar bile 500 kilogramlık hayvan vücudunu içeriğinde takip edilebilmekte ve miktarları belirlenebilmektedir.

Bu yeni bilimsel teknik, hayvan besleme alanında büyük bir başarı kazanmıştır. Sığır, koyun, keçi, domuz ve kümes hayvanları gibi çiftlik hayvanları radyoizotop çalışmalarına iyi adapte edilebilmekte, ayrıca radyoaktif madde verilen hayvanların tüm vücudunu aşırıdaki şekilde gözetim gibi çeşitli deneyler ve sabit ayar tesisleri ile kontrol edilebilmektedir (çelik-78).

Bu sistemlerde ayrıca, farklı yönlere yerleştirilen radyoaktif izotoplar vasıtasıyla yapılmaktadır.



Şekil-78: Seyyar ve sabit sayım sistemleri
(Gannon et al., 1970).

Besleme fizyolojisi ile hayvan besleme sistemlerinde yapılan radyoizotop çalışmaları 8 ayrı bölüme halinde incelenebilir.

1. Besin maddelerinin sindirim kanalından absorpsiyonu ve rezorpsiyonu,
2. Kan ve tükürük arasında besin maddesi mübadelesi,
3. Ana ile yavru kana arasında transplazental mübadele,
4. Süt salgısının fizyolojisi ve birikimi,
5. Çeşitli hormonların sentez ve salgılanma dereceleri
6. Kan miktarının ve kan hücrelerinin ömürlerinin tespiti,
7. Ana metabolizmasında meydana gelen metabolik olaylar,
8. Hayvan çalışmaları.

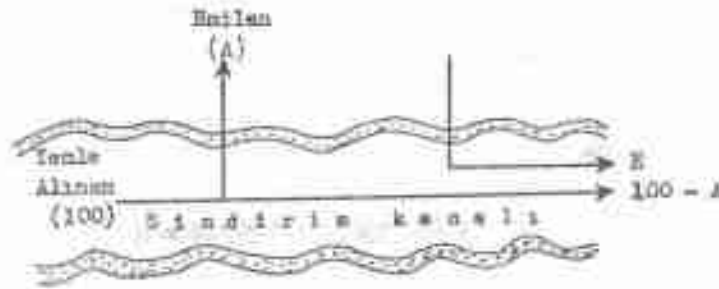
7.7.1.1.1. Besin Maddelerinin Sindirir Kanalına
Absorbeiyonu ve Rezorbeiyonu ile İlgili
Çalışmalar

Kalsiyum ve fosfor gibi bazı önemli mineral maddelerin tükrük, safra, pankreas uzeresi, mide ve barsak duvarlarında bulunma guide salgıları ve transpiteliazal diffüzyon ile mide-barsak kanalına taqınıqları çok eskiden beri bilinen olaylardır. Ancak, bu olayların meydana geldiği koşullar ve salgıların miktarları radyoisotop kullanılarak yapılan araştırmalarla aydınlatılabilmektedir.

Inorganik elementlerin hazmolma dereceleri veya bu elementlerin değerlendirilmeleri uzerine yapılan ilk çalışmalarda araştırmacılar fosfor-32 ve kalsiyum-45 kullanarak, fosfor ile kalsiyumun emilmesi ve atılması uzerinde çalışmışlardır. Bilindiği gibi inorganik maddelerin hakiki hazmolma derecelerini tesbit etmek zaima güçlükler doğurmuştur. Çünkü yemlerle hayvan vücuduna giren inorganik maddeler muayyen bir miktarda emilmekte, başka bir miktarda barsak kanalına salgılanmakta, buradan belirli bir dereceye kadar yeniden emilerek vücutta kullanılmaktadır. Bu nedenle gübre ile diğeri atılan mineral madde safra ya da mevcut o mineral maddelerin hazmolmayan miktarı temsil etmemekte, ayrıca vücuttan atılan endogen orijinli mineral maddeleri de taqınmaktadır. Böylece yem-gübre analizleri mübaaebe-tinden bulunan zahiri hazmolma derecesi ile hakiki hazmolma derecesi arasında büyük farklar olduğu görülmüştür. Örneğin, ruminantlarda yapılan bir denemede kazeinde mevcut fosforun zahiri hasım oranı % 75 olduğu halde, hakiki hasım oranı % 94 olarak bulunmuştur. Yonca fosforu uzerinde yapılan diğer bir denemede zahiri hasım oranı % 22, hakiki hasım oranı ise % 91 olarak saptanmıştır.

Doğru olarak seçebilir ki, mineral maddeler bakımından dengeli bir besleme yapmak için zahiri besin maddeleri yeterli değildir. Bir mineral maddenin belirli bir miktarını bulmak için o mineral maddenin endojen orijinli olan miktarını, gübrede tesbit edilen total miktardan çıkarmak gerekir. Bu şekilde hayvanın muayyen bir maddesi ilgili mineral maddeden yeterince bir reaksiyon göstermesi ve endojen miktarının tesbiti gereklidir ki bu, hayvanlarla büyük güçlükler doğurmaktadır. Bugün radyoisotopların uygulanması ile bu güçlükler halenmiştir.

Bir mineral maddenin gübre ile dışarı atılan endojen orijinli fraksiyonunun tesbitinde esas, aşağıdaki şekilde gösterilebilir. (Comar, 1955).



A = Yemle alınmış 100 kısım mineral maddenin barışık duvarından emilen kısmı.

E = Atılan endojen mineral madde miktarı.

100-A = Emilmeyen kısım.

Gübrede total mineral madde miktarı = 100 - A + E

Gübrede endojen mineral madde miktarı (E) = (100 - A + E) x $\frac{\text{Gübredeki E. A.}}{\text{Plazmanın E. A.}}$

Gübredeki total mineral madde miktarı kimyasal yolla tesbit edilebilir. Fakat yemden gelen ve endojen olan mineral maddenin inaktif maddelerle ayrılması mümkün değildir. Ancak bu mineral

materyalin radyoaktif formunu tesbit edip bununla yem etiketlenerek yemden gelen ve epigen olan mineral materyalin ayrılması sağlanabilmektedir.

Birçok besleme standartlarında fosfor ihtiyaçları bildirilmiş ve hayvan vücudunda bu fosforun ne derceye kadar değerlendirildiği üzerinde durulmuştur. Bilindiği gibi fosforun değerlendirilmesi yem diyesine ve veyetasyon dönsüne, yani körpe veya gelişmiş oluşuna göre değişmektedir. Bu bakımdan herhangi bir hayvanın fosfor ihtiyacının temini için yem fosforunun ne derceye kadar değerlendirildiğini bilmek gereklidir. Gübre total fosforu, yemden hazırlanan fosfor ile vücuttan atılan metabolik fosforu da kapsamaktadır.

Yemden hazırlanan fosfor ile vücuttan atılan metabolik fosforu ayrı ayrı analiz etmek, ne kadarının yem orijinali, ne kadarının ise metabolik orijinali olduğunu tesbit etmek çoğu kez mümkün olmamaktadır. Metabolik fosforun tesbiti için uygulanan yöntem, hayvanı fosfor kapasitesinin yemlerle besleme periyodunda önemli bir miktar tutmak ve bu dönemde gübre fosfor ekstrezyonunu ölçmek esasına dayanmaktadır. Böyle bir beslemede hayvanı normal şartlar altında tutmak mümkün olmadığı gibi fosfor ihtiyacı olmayan bir rasyonun hayvan tarafından uzun bir süre tüketilebileceği de düşünülmelidir. Bu şartlar altında hayvan gübresinde ölçülmüş olan fosforun metabolik fosfor miktarını temsil edebileceği şüphesizdir.

Yapılan araştırmalarla, inek gübresinde bulunan maksimum fosfor-32'nin injeksiyondan 2 gün sonra görüldüğü saptanmıştır. Kuzularla yapılan denemelerde, gübrede maksimal spesifik aktiviteye, kanın radyoaktif fosfor injeksiyonu yapıldıktan 24 saat sonra erişildiği anlaşılmıştır. İnjesiyondan 24 saat sonra, plazma spesifik aktivitesi gübre spesifik aktivitesine eşit olmaktadır. Bu ilginç metabolik orijinali fosfor bulunabilirliği bu yem fosforunun hazırlama derecesini verir.

Radyoisotopların keşfine kadar, gelişmenin bitiminde kemik dokusunun bir defa kalsiyum ve fosforu aldıktan sonra hiçbir değişikliğe uğramadan kaldığı sanılmıyordu. Radyoaktif kalsiyumun kullanılmasını ile bu fikrin yanlış olduğu, gelişmeden sonra da kemik dokusunu teşkil eden kalsiyum ve fosforun devamlı bir değişim halinde bulunduğu tesbit edilmiştir.

Hayvan vücudunda kalsiyum absorpsiyonu üzerine vitamin-D'nin etkisini araştırmak üzere yapılan çalışmalarda kalsiyum bir indikatör olarak kullanılmıştır. Bu çalışmalar, vitamin-D yetersizliğinde ince barsakların bilhassa üst kısımlarında epiteliumun kalsiyum absorpsiyon gücünü önemli derecede azalttığını göstermiştir.

Radyoisotopların pek çoğu inkalet hastalıkları ile ilgili çalışmalarda kullanılmıştır. Bilhassa raşitizm, osteomalazi ve paratiroid glandüsenektomilerinden ileri gelen hastalıklarda Stronsiyum-85 ve Kalsiyum-45 geniş ölçüde kullanılmıştır.

Çiftli hayvanlarının metabolik hastalıkları üzerinde çalışmalar yapılmış ve bu arada hipokalsemiyanın süt humoru ile ilgili olduğu, ayrıca süt ineklerinin doğumdan hemen önce yüksek kalsiyum - yüksek fosfor rezervoları ile beslenmeleri suretiyle bu hastalığa mukavemet kazanabildikleri saptanmıştır.

Magnezyumun bir isotopu olan Magnezyum-28 biyolojik araştırmalarda kullanılmış ve 23 saat gibi kısa ömürlü olan bu izotopun süt ineklerinde ilk defa hakiki besin esaslı ve gübre ile edilen magnezyum miktarı tesbit edilmiştir. Ayrıca radyoaktif magnezyum ile, ana ve fotal magnezyum mübadelesi, süt inekleri ile buzağılarda magnezyum sirkülasyonu üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Çinko ve Demir gibi mikro elementlerin absorpsiyonlarını, ekskresyonlarını, hayvan vücudundaki seyirlerini, besin kaynakları ile bulmak oldukça güç olmakta ve güvenilir sonuçlar vermemektedir. Yakın bir zamanda kadar, kalsiyumun zengin yemle-

rin barenklarda çinko absorpsiyonunu azalttığı ve çinko karanse hücrele getirdiği anlaşılmaktadır. Halbuki radyoaktif çinko ile yapılan araştırmalar, yemdeki yüksek kalisyumun vücutta çinko retansiyonunu yükselttiğini göstermiştir. 5, 10, 15 ve 60 ppm çinko seviyelerinin 10 haftalık piliçlerdeki etkileri araştırılmış ve 60 ppm çinko verilen piliç grubunun normal gelişimi saptanmıştır. Aynı şekilde çekilde verilen aynı 5, 10, 15 ve 60 ppm radyoaktif çinko verilen 10 haftalık piliçlerde gelişim farkı açıkça görülmektedir (Şekil-79) (Strain et al., 1972).



Şekil-79: 5, 10, 15 ve 60 ppm çinko alan 10 haftalık piliçlerde beslenmeye bağlı gelişim farklılığı görülmektedir.

Aynı piliçlerde bacak radyografileri bu büyüme farkını daha belirgin bir şekilde açıklamaktadır (Şekil-80).

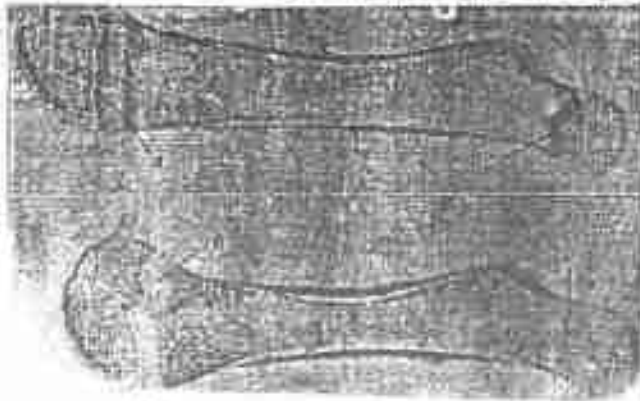


Şekil-80: 5, 10, 15 ve 60 ppm çinko alan piliçlerin bacak radyografileri.

Yapılan araştırmalar, kaba yemlerle alınan yüksek düzeyde çinkonun, rasyonel kalsiyumun nazari ve pratik bazda emilimi ile net retansiyonunu azalttığına göstermiştir. Koyunlarla yapılan radyobiyolojik bazda deneylerinde alınan çinkonun takriben % 10-20 nisbatında absorbe edildiği tesbit edilmiştir.

7.7.1.1.2. Kan ve Doku Arasında Besin Maddesi Dönüşümü ile İlgili Çalışmalar

Genellikle radyoizotoplar, hayvan vücudunda çeşitli besin maddelerinin sirkülasyonlarının incelenmesinde uygulanmışlardır. Örneğin; kalsiyum ve fosfor gibi mineral maddelerin kana geçtikleri anıdan itibaren organizmanın tüm dokularına nasıl ve ne oranda dağıldıkları, inek, koyun, domuz ve kümes hayvanları ile yapılan deneylerle aydınlatılmıştır. Radyoaktif fosfor verilen bir inek 72 saat sonra kesilmiş ve yapılan analizlerde verilen tekniğin domuz % 1 için kanda, % 8 için eteğe, % 13 için kemikte ve % 18 için karaciğer, böbrek ve ince barsak dokularında toplandığı saptanmıştır. Radyokalsiyum verilen bir hayvanın femur kemiğinin otoreyogramı tetkik edildiğinde kalsiyum-45'in proksimal ve distal bölgelerde toplandığı görülmektedir.



Şekil-81: Ca^{45} alan bir hayvanın femur kemiğinin otoreyogramı (Donar, 1955).

Kalsiyumun hayvan vücudundaki total dağılımı, bir inoğe reaktif olarak enjekte edilerek incelenmiştir. Enjeksiyondan 7 gün sonra kesilen inekte, yumuşak dokulardaki spesifik aktivite, kandaki spesifik aktivite ile aynı bulunmuştur. Enjektörde edilen fosfor dörtte iki kısmının enjekte edileceği miktardadır.

Kümes hayvanlarında kalsiyum-45 ile etiketli yemle yapılan araştırmalarda, alınan kalsiyumun kemik ve yumurta kabuğu teşekkülü aramındaki ilgi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Parantez içindeki değerler yüzde değerlerdir) (Şekil-82).



Şekil-82 : Kümes Kanatlılarında Ca Dağılımı

Genç tavuklarla yapılan deneylerde kalsiyum reaktif bakır ile etiketli bakır sülfat verilmiş, bu bakır reaktif bakırın serum kanındaki konsantrasyonunun tespiti için kullanılmıştır. Kanındaki bakır konsantrasyonunun tespiti yapılmıştır. Reaktif bakır kanı, enjeksiyondan 30-60 dakika sonra alınmış ve 16-24 saat içerisinde erimeye devam etmiş, 72 saat sonra tekrar sabit kalmıştır. Bakırın dokularındaki konsantrasyon-

yonunun çok değiştiği tesbit edilmiştir. Radyoaktif salkır enjeksiyonundan 24 saat sonra, karaciğerde mevcut salkır miktarı % 44-51 olmuştur.

7.7.1.1.3. Ana ile Yavru Kanı Arasındaki Transplental Mükabale ile İlgili Çalışmalar

Radyoizotoplarla yapılan en başarılı ve en faydalı araştırmalar ana kanının doğrudan doğruya bebeğin kanına geçmesi ile ilgili çalışmalardır.

Radyoaktif sodyum klorit kullanılarak farklı morfolojik yapıda bulunan plasentalarla permeabilitesi tesbit edilmiştir. Plasantaların tipi ile sodyum klorit için bir ilginin bulunduğu ve gebeliğin geçitli zamanlarında bu maddenin farklı olduğu tesbit edilmiştir.

Sığırlarda, anneye $Ca^{45}Cl_2$ intravenöz enjeksiyonundan 10 dakika sonra, fetal kanında önemli miktarda radyoaktif kalsiyum bulunmuştur. Her iki kan arasında eşitliğinin sağlanması için 30 saatte fazla bir zaman geçtiği, ayrıca fetal kemiklerin, anne kemiklerine nazaran radyoaktif kalsiyumu daha hızlı bir şekilde alırları muhtemeldir. Fetal kanında bulunan kalsiyum ve fosfor miktarları, anne kanındaki miktarlardan % 50-100 daha fazla olduğu bulunmuştur. Anne kanındaki kalsiyum ve fosfor konsantrasyonunda önemli değişiklikler meydana gelme gibi, fetal kanında bulunan miktar sınırlı kalmıştır. Ayrıca fetus'un fosfor intiyecinin sadece kan plazmasında bulunan fosfatların inorganik frekansı ile karşılandığı tesbit edilmiştir.

Kükürt-35 ile sığırlarda yapılan bir çalışmada, anneye verilen kükürt-35'in 25 günlük süren emriyesindeki birikim yerleri otorafyografik sistemle, Şekil-63'te görüldüğü gibi tesbit edilmiştir (Şekil-63) (Conar, 1955).



Şekil-53: 20 günlük sıçan embriyosunda S-35 in cisternadyografik görünümü.

7.7.1.1.4. Süt Salgısının Fizyolojisi ve Biyokimyası ile İlgili Çalışmalar

Radyoaktif fosfor ile sütü etiketleyip besin ve yemleme deneylerinde kullanıldığı gibi, süt salgılandığı sırada mide dokusu ile kan arasında oluşan bir madde değişiminin olduğu radyoaktif fosfor yardımı ile tespit edilmiştir. Süt bezleri içerisinde radyoaktif fosfor ile etiketli fosfat veya süt verildiğinde radyoaktif fosforun büyük bir kısmının tutulup kana ve idrara geçtiği, çok az miktarının da sütle birlikte atıldığı saptanmıştır.

Amino asitlerin teşekkülü ile ilgili araştırmalardan lizin ve tirozinin doğrudan doğruya süt kazeini içerisinde alındığı bulunmuştur.

7.7.1.1.5. Çeşitli Hormonların Sentez ve Salgılanma Dereceleri ile İlgili Çalışmalar

Birhangi bir reaksiyonda bulunan yağın tamamen değerlendirilememesi, genellikle gastro-intestinal kanal hastalıkları ile birlikte görülmektedir. Değerlendirilmemiş yağlık derede olduğu besinin tam olmamasından ileri gelmektedir ki, bunun sebep çoğu

keç safra ile emülsiyonun gıda ile emülsiyonu veya yağlara tecir eden enzimlerin yeterli olmasındır. Bu enzimler başlıca pankreas sekresyonunda bulunmaktadır. Safra kanallarında tıkanıklığı sonucunda veya pankreatik vakalarda gıdalar ile, son derece fazla miktarda emüle edilmiş yağ dışarı atılmaktadır.

Bilindiği gibi insülinde yağ sentezi, yağ transportunu ve yağ sekresyonu ekonomik düzenleyen olaylardır. Bu bağlamda insülinin yağ metabolizmasında fosfolipidlerin oynadığı rol önemlidir. Fosfolipid sentezi üzerine yapılan çalışmalarda, insülinde emülen radyoaktif fosfor ile etiketli sodyum fosfat, mevcut radyoaktif fosforun kısa bir süre için plazma ve karaciğer fosfolipidleri ile bağlanıp yapıldıkları saptanmıştır. Plazma lipitlerinin sentezlendiği organ karaciğerdir. Fosfor-32 ve karbon-14 ile etiketlenmiş lipid ihtiva eden plazmadan intravenöz enjeksiyonu, esaslı insülin membraında, plazmadan fosfolipid moleküllerinin absorbe edilmesini işaret etmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, süt yağının % 50 ni plazma lipitlerinden temin edilmektedir. Açlık durumunda bulunan insülinlerle yapılan deneylerde, yağ metabolizmasının, fosfolipidlerin sentez hızını önemli derecede artırdığı görülmüştür. O halde açlıkta plazma fosfolipidlerinin seviyesinde devamlı bir azalma olmaktadır. Sonuçlar, yağ metabolizmasının fosfolipid dolaşımına bağlı olduğunu işaret etmiştir.

7.7.1.1.6. Kalsiyum Miktarının ve Emil Hüsrelerinin

Sevresinin Tesbiti ile İlgili Çalışmalar

Bu tip çalışmalarda emülsiyon metodu uygulanmaktadır. Belli miktar emülsiyon ile etiketlenmiş kalsiyum klorürler intravenöz olarak enjekte edilmekte ve kandaki kalsiyumun tanınmasından sonra tesbit edilen emülsiyon, hayvanın kalsiyum klorürlerinin vücutu için bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Bu emülsiyon kalsiyum klorürleri, demir, fosfor,

potasyum veya krom ile etiketlenerek araştırmalar yapılmaktadır.

Plazma volümünün tesbiti için ya zararsız bir boyanın belli bir miktarı veya iyot-131 ile etiketlenmiş albumin veya hatta krom-51 ile etiketlenmiş krom klorit enjekte edilmektedir.

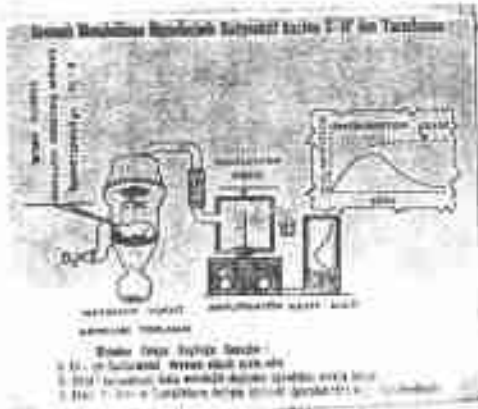
Kırmızı küreciklerin ve plazmanın volümleri toplamı, kan volümünü verir. Bu nedenle, elde edilen değerler tek sonuç hesaplanabilir.

Krom-51 ile kırmızı kan küreciklerine ait bir popülasyonun ortalama hayat uzunluğu herhangi bir yaşta tesbit edilebilir. Demir-59 ve karbon-14 ile ancak sadece bir yaştaki hücrelerin ömürleri tesbit edilir. Demir-59 organizmaya verildiğinde kan yolu ile hemoglobinin sentezleme yeri olan kemik iliğine geçip orada demirin stabil izotopu olan demir-56 gibi reaksiyona girer ve hemoglobin içine yerleşip onların tahribine kadar kalmaktadır. Radyoaktif demir, kemik yolu ile verildiğinde muayyen bir zaman sonra kemik iliğine toplanan aktivite miktarı bize kırmızı kan yapımı hakkında bilgi vermektedir. Bunun yanında idrar ve gıdelerin aktivite sayımları beslenmeye gerek idrar yollarında ve gerek sindirim sisteminde meydana gelen herhangi bir kanama varlığı bulunabilmektedir. Eğer radyoaktif demir ağız yolu ile verilirse, verilenin bacak yolu ile alınma miktarının yüzdesi tesbit edileceğine, canlıda demir yetmezliği olup olmadığı saptanabilmektedir.

7.7.1.1.7. Ana Metabolizma Çerçevesinde Metabolik Olaylar ile İlgili Çalışmalar

Bugün metabolik çalışmalarda organizmayı teşkil eden her türlü organik bileşiklerin yapısında bulunan karbon ve hidrojenin radyoaktif izotoplarını kullanarak hücre seviyesinde çalışmalar rahatça yürütülebilmektedir. Moleküler seviyedeki çalışmalarda ^3H ve ^{14}C kullanılmaktadır.

Nükleer tekniklerle proteinlerin sentezlenmesi amino asitlerin-
den, yağların sentezlenmesi yağ asitlerinden anlaşılmaktadır.
Aşağıda C-14 ve S-35 den yararlanma örnekleri görülmektedir (Şe-
kil-84, 85) (Yordkoğlu, 1968).



Şekil-84: Metabolizma çalı-
şmalarında C-14
den yararlanma



Şekil-85: Metabolizma çalı-
şmalarında S-35 den
yararlanma

Nücre çekirdeğinin yapısını teşkil eden ribonükleik asit
ve deoksik nükleik asit gibi nükleik asitlerin sentezlenmesini
ölçmek amacıyla tritium kullanılmaktadır.

Kanser mayfuna getiren maddelerin incelenmesinde karbun-
14 den yararlanılmaktadır (Şekil-86) (Yordkoğlu, 1968).



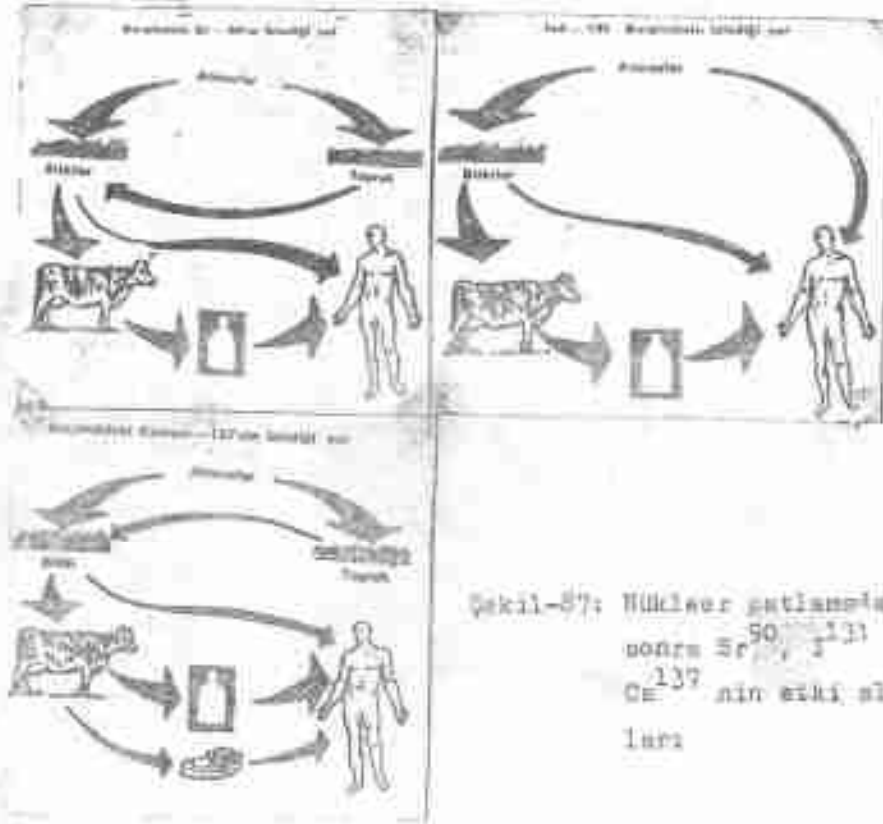
Şekil-86: Kanserijenlerin
C¹⁴ ile incelen-
mesi

7.7.1.1.8. Radyasyon Çalışmaları

Radyasyon çalışmaları üç yönde yapılmaktadır.

- Radyasyonun etki derecesini tespit etmek amacıyla,
- Radyasyon enerjisini tedavi vasıtası olarak kullanmak amacıyla,
- Radyasyon enerjisini sterilizasyon vasıtası olarak kullanmak amacıyla.

a) Bu tür çalışmalar, nükleer bir patlamadan sonra meydana gelen ışınların canlı üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalarla Sr-90, Iyot-131 ve Cesium-137 nin, patlamadan sonra atmosfer içinde dağılımları, toprak ve bitkiyi etkilemeleri suretiyle hayvanlar ve hayvansal ürünlerin, dolayısıyla insanların etkilemeleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil-87) (Yarukoglu, 1968).

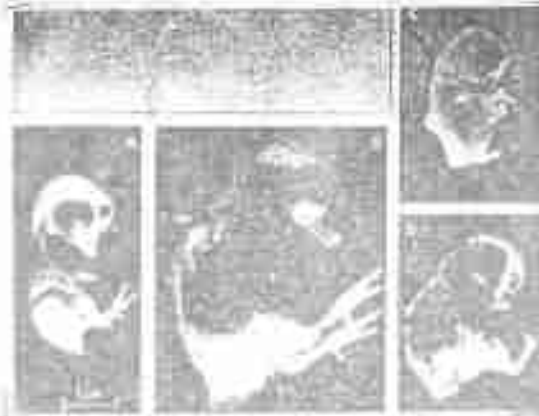


Atolun refleksiyunun esaklı doku ve hücreler üzerine etki-
si incelendi ve bu amaçla hayvanların içsindirim sistemlerini
sistemler tein edilmiştir (Şekil-88).



Şekil-88: İyileştirme cihazı

Refleksiyunun ileri generasyonlarda etisini ölçmek ama-
cı ile embriyo üzerindeki çalışmalar yapılmış ve inkubyasyonun 6.
gününde kalsiyum-45 refleksiyonuna tabii tutulan 6000 yumurtalar-
da 10 ve 13 günlük embriyo, aynı gününde normal embriyo ile kı-
yaslanabildiğinde, aşağıdaki şekilde de biris olarak görünen farklı-
lıklar ortaya çıkmıştır (Şekil-89).



Şekil-89: 60 günlük inkubyasyonunda

A. İyileştirilmemiş normal 10 gün-
lük embriyo

C. İyileştirilmiş 10 günlük

B. İyileştirilmemiş 13 günlük

D. İyileştirilmiş 13 günlük

embriyolarda görülen farklı-
lıklar

b) Radyasyon enerjisinin tedavi etmek ve ısıtma yapma amacıyla ile faydalanılabilir için yapılan çalışmalar, canlı organizmaların yaşamını etkileyen fizyolojik süreçlerin radyasyon enerjisi ile etkilenmesiyle ilgili olarak yapılmıştır (Şekil-90).

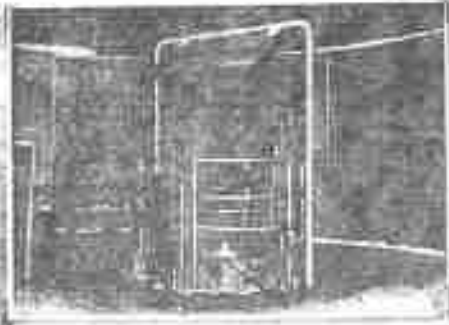
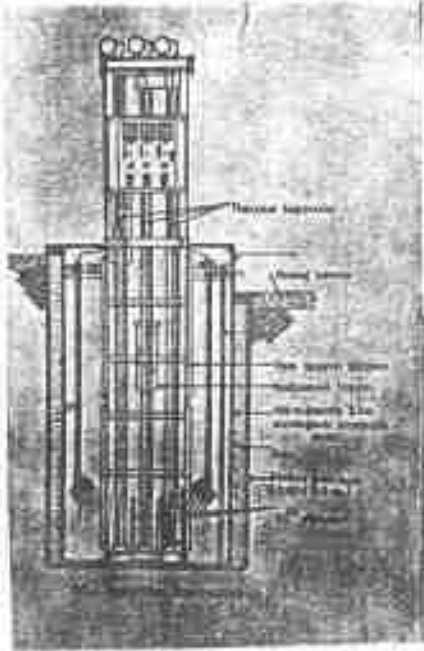


Şekil-90: Radyasyon enerjilerinden tedavi etmek için yararlanma.

c) Radyasyon enerjisinin sterilizasyon amacıyla olarak faydalanılmasıyla gıda ve yerleşik bölgelerin korunması için yapılan çalışmalar son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Bu amaçla birçok deney ve tesisler kurulmuştur. 1967 yılında Ankara Kurtuluş Parkında, Atom Enerjisi Komisyonu tarafından açılan "Atom İş Bahçesi" sergisinde sergilenen deney bir kobalt-60 kaynağı ile, gıda ve yerleşik bölgelerin korunması için kobalt-60 radyasyonu kullanılarak yapılmıştır (Şekil-91 ve 92) görülmektedir.

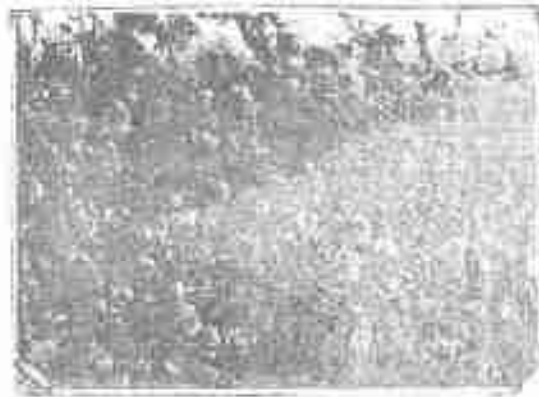


Şekil-91 + 92: Co-60 kaynağının kullanılabilirliği.



Şekil-92: Co⁶⁰ kaynağının toprak seviyesinin üzerinde kalan üst kısmı ile tümünün çematik görünüşü

Helyumun enerjisinden sterilizasyon vasıtası olarak yararlanarak aynıyla yapılmış çalışmalarda, normal koşullarda üretilen ticaret kumaşlarında mikroorganizma faaliyeti hızla geliştiğinden bir miktar süre geçtiklerinde gevşeme ve küflenmeler görülmüştür (Şekil-93)



Şekil-93: Normal koşullarda üretilen kumaşlarda gevşeme ve küflenmelerin görülmesi

Aynı 5xallıktaki yem, Co^{50} kaynağına uygulanıktan sonra aynı koşullarda depolanmış ve aynı zaman normal formlarını muhafaza ettikleri, mikroorganizma faaliyetinin alınması ile bozulmalara tabii değildir (Şekil-94).



Şekil-94: İşlenmiş ve depolanan pelet yemle aynı depolama süresi sonucunda normal görünümü.

Çizelge - 1 : Elementler ve Özellikleri (Overman and Clark,1960).

İsim	Sem- bol	Atom No	Atom a- ğırlığı	Değerli- liği	İsim	Sem- bol	Atom No	Atom a- ğırlığı	Değer- liliği
Aktinyum	Ac	89	227	+5	Kürüm	Cu	29	63.54	+2,+3
Altın	Au	79	196.97	+1,+3	Lantan	La	57	138.90	+3
Alüminyum	Al	13	26.98	+3	Lavrensium	Lv	103	-	
Amerikiyum	Am	95	243		Lityum	Li	3	6.940	+1
Antimon	Sb	51	121.76	+3,+4,+5	Lotetium	Lt	71	174.90	+3
Azot	N	7	14.000	2,3,4,5	Magnesyum	Mg	12	24.32	+2
Bakır	Cu	29	63.54	+2,+3	Mangan	Mn	25	54.94	+2,+3,+4,+6,+7
Baryum	Ba	56	137.36	+2	Mendeleevium	Mv	101	236	
Berilyum	Be	4	9.013	+2	Molibden	Mo	42	95.95	+2,+3,+4,+5,+6
Berkelyum	Bk	97	249		Neyodin	Nd	60	144.27	+3
Bismut	Bi	83	209.00	+3,+5	Neon	Ne	10	20.183	0
Bor	B	5	10.82	+3	Neptunium	Np	93	237	
Brom	Br	35	79.916	+1,+3,+5,+7	Nikel	Ni	28	58.71	+2,+3
Civa	Hg	80	200.61	+1,+2	Nihium	Nh	41	92.92	+2,+3,+4,+5
Çinko	Zn	30	65.38	+2	Nobelium	No	102	-	
Çamur	Pb	82	207.2	+2,+3,+4	Oksijen	O	8	16.000	-2
Digproksim	Dy	66	162.51	+3	Osmium	Os	76	190.2	+2,+4,+6,+7,+8
Eikstebium	Eb	99	254		Palladium	Pd	46	106.4	+2,+4
Erbium	Er	68	167.27	+3	Platin	Pt	78	195.09	+2,+4
Europium	Eu	63	152.0	2,3	Plütonyum	Pu	94	242	
Ferum	Fe	26	55.85	+2,+3,+4	Polonyum	Po	84	210	+2,+4
Fluor	F	9	19.00	1	Potasyum	K	19	39.100	+1
Fosfor	P	15	30.975	+3,+5	Francium	Fr	87	223	+1
Fransiyum	Fr	87	223		Protactinium	Pa	91	231.05	+3
Gadolinium	Gd	64	157.26	+3	Radyum	Ra	88	226.05	+2
Gallium	Ga	31	69.72	1,2,3	Radon	Rn	86	222	0
Germanium	Ge	32	72.60	+2,+4	Renium	Re	75	186.22	+3,7
Gümüş	Ag	47	107.88	+1,+2	Rhodium	Rh	45	102.92	+3
Hafnium	Hf	72	178.50	+4	Rubidyum	Rb	37	85.48	+1
Helium	He	2	4.003	0	Rutenyum	Ru	44	101.1	+3,+4,+6,+7,+8
Hidrojen	H	1	1.008	+1	Selenyum	Se	34	78.96	+2,+4
Holmium	Ho	67	164.94	+3	Seryum	Ce	58	140.13	+3,4
Indium	In	49	114.82	1,2,3	Sesyum	Cs	55	132.91	+1
Iridium	Ir	77	192.2	+1,+3,+4,+6	Silyum	Si	14	28.09	+4
Itrium	Y	39	88.92	+3	Skandium	Sc	21	44.96	+3
İtterbium	Yb	70	173.04	2,3	Sodyum	Na	11	22.991	+1
Jody	I	53	126.91	+1,3,5,7	Stronsiyum	Sr	38	87.63	+2
Kadmium	Cd	48	112.41	+2	Tallium	Tl	81	204.39	+1,3
Kalay	Sn	50	118.70	+2,+4	Tantal	Ta	73	180.95	+2,+3,+4,+5
Kalifornium	Cf	98	251		Teknetum	Tc	43	99	
Kalsiyum	Ca	20	40.08	+2	Tellurium	Te	52	127.61	+2,+4,+6
Karbon	C	6	12.011	1,2,+3,+5	Terbium	Tb	65	158.93	+3,+4
Klor	Cl	17	35.45	+1,+3,+4,+5,+6,7	Titan	Ti	22	47.90	+2,+3,+4
Kobalt	Co	27	58.94	+2,+3	Toryum	Tm	90	232.05	+3
Kripton	Kr	36	83.80	0	Tulium	Tm	69	168.94	+3
Krom	Cr	24	52.01	+2,+3,+5,+6	Tungsten(Wolfram)	W	74	183.85	+2,+3,+4,+5,+6
Ksenon	Xe	54	131.30	0	Uranyum	U	92	238.04	+3,+4,+5,+6
Kurşun	Pb	82	207.22	+2,+4	Vanadyum	V	23	50.93	+2,+3,+4,+5,+6
Kükürt	S	16	32.066	+2,+4,+6	Yttrium	Y	39	88.91	+3
Kürtasturium	Ku	104	-						

Periyodik Sistemde Bulunan Elementler
ve Tayin Hassasiyetleri
(Overman and Clark, 1960)

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57-71 La serisi	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89-103 Ac serisi	{104} {105} {106}														

Santanit Serisi	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Aktinid Serisi	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

- : Aktinid serisi ile sığayacak şekilde tayin edilebilirler.
- : Üçüncü mikrogram düzeyinde bulunduğu takdirde tayin edilebilirler.
- : Tayin edilemezler. Ancak, mümkün olan en düşük seviyede tayin edilebilirler.

Çetvel-16'dan elementlerin Atom Özellikleri

E- le- ment (Z)	Atom No: (A)	Kütle No: (A)	Yarı- ömrü (yıl,gün, - saat,sn)	Enerji (MeV)		E- le- ment (Z)	Atom No: (A)	Kütle No: (A)	Yarı- ömrü (yıl,gün, - saat,sn)	Enerji (MeV)		
				Beta	Gamma					Beta	Gamma	
Au	79	199	3.15 g	.32	.051-.207	Rb	38	85	y	.065	-	
		198	2.69 g	.97	.411	Hb	41	95	35 g	.146	.758	
Hg	80	201	2.7 y	.128-.62	.035-.637	Hg	80	199	11.3 g	.17-.78	.035-.98	
		200	60 g	.5	-2.57	.121-2.3	Os	76	191	16 g	.142	.039-.13
		202	2.6 g	1.36,1.9	.57							
As	33	77	58 s	.7	-	Fe	46	109	13.6 s	.95	-	
		76	26.0 s	.4-3.12	.567-2.1	K	19	42	12.44 s	3.58,2.04	1.51	
		74	17.5 g	.72-1.4	.59	Po	61	147	2.6 s	.233	-	
		73	76 g	-	.057	Pr	59	143	13.7 g	.92	-	
								142	19.2 s	.66,2.23	.134-1.6	
Cu	29	64	12.80s	.57,.65	1.34	Re	75	186	3.87 g	.64-1.69	.132-1.7	
Zn	30	140	12.0 g	.48-1.07	.506-.54	Hb	37	86	19.5 g	1.82,.72	1.1	
		131	17.0 g	-	.76-1.2	Hu	44	106	1.0 y	.041	-	
								103	39.8 g	.22,.684	.494	
Fe	4	7	57.93s	-	.48			97	2.8 g	-	.22	
Ni	85	210	5.02g	1.37	-							
Nr	35	82	35.07s	.465	.55-1.31	Sm	62	153	47 s	.60,.80	.07-.61	
Rg	80	203	47.9 g	.205	.206	Se	34	75	127 g	-	.067-.41	
		197	24 s	-	1.35-.27	Ce	58	144	275 g	.3,.17	.13	
		197	65 s	-	.077			141	53.1 g	.41,.56	.141,.52	
Zn	30	65	250 g	.32	1.11	Ce	55	137	33 y	1.2,.51	-	
Fe	26	59	45.1 g	.226,.46	1.5,1.1			134	2.3 y	.094-.638	.568-1.6	
		55	2.94 y	-	-	So	21	46	65 g	.36,1.49	1.12,.89	
						Wa	11	24	15.06 s	1.39	2.76,1.4	
								22	2.6 y	.58	1.20	
Eu	63	154	16 y	.3-1.9	1.2	Nr	30	90	19.9 y	.537	-	
		152	13 y	.9-1.7	.5-1.2			89	53 g	1.93	-	
F	15	32	14.50g	1.712	-	Tl	81	204	5.5 y	.783	-	
Ge	31	72	14.3s	.56-3.17	.63-2.5	Ta	73	182	115 g	.5,1.1	.046-1.94	
Ag	47	111	7.6 g	1.06	-	Tc	43	99	2.12x10 ⁵ y	.30	-	
		110	270 g	.087-2.9	.116-1.5	W	74	187	24.1 s	1.32,.63	.07,.68	
Hf	72	181	45 g	.405	.081-.48			185	73.2 g	.428	.134	
H	1	3	12.46y	.0189	-	Zr	40	95	65 g	.4,.807	.708	
In	49	114	49g72s	2.05,.65	.192-1.3							
Ir	77	194	19 s	2.18,.48	.38,1.43							
		192	74.37g	.67	.137-.65							
Y	39	91	61 g	1.537	.2,1.22							
		90	2.54 g	2.18	-							
I	53	131	8.08 g	.15-.81	.08-.720							
Cd	48	115	43 g	1.67	.5							
		55	s	.46-1.1	.52,.54							
Sa	50	113	112 g	-	.09							
Ca	20	45	152 g	.254	-							
C	6	14	5568 y	.155	-							
Cl	17	36	4.4x10 ⁵ y	.713	-							
Co	27	60	5.27 y	.31	1.17,1.3							
		58	72 g	.47	.81							
		57	270 g	.26	.014-.13							
Cr	24	51	27.8-g	-	.32							
O	16	35	87.1 g	.166	-							
La	57	140	40 s	1.32-2.3	.09-2.9							
Mn	25	54	300 g	1.0	.835							
		52	6 g	.587	.73-1.46							
Mo	42	99	2.85 g	.5-1.22	.141							

Ölçü zaman düzeltme tabloları
(Ölçü zaman 300 mikro seconds)

- İşlemleri: 1-Total sayımı dakikadaki sayıya indirmek (cpm),
2-Background sayısını çıkarmak (net cpm)
3-Okunmaya uygun düzeltmeyi bulup net cpm 'ye eklemek(True cpm)

Örnek : Total sayım : 25 500
Zaman : 5 dakika

cpm : 5100
BGR : 30 (Background)

Net cpm = 5070
5070 için ölçü zaman düzeltme sayımı : 88

True cpm = 5070 + 88
True cpm = 5158

	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
0	-	3	13	30	54	85	122	167	219	278
100	-	4	14	32	57	88	126	171	225	284
200	-	5	16	34	60	92	130	177	230	291
300	-	6	18	37	62	95	135	182	236	297
400	-	7	18	39	65	99	139	187	241	303
500	1	8	21	41	68	102	144	192	246	310
600	1	9	23	44	72	106	148	197	254	317
700	2	10	24	46	75	110	153	203	260	323
800	2	11	26	49	79	114	158	208	266	331
900	3	12	28	51	81	118	162	213	272	338
10.000	3	12	28	51	81	118	162	213	272	338
11.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
12.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
13.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
14.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
15.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
16.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
17.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
18.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
19.000	4	13	29	52	82	119	163	214	273	339
0	344	418	499	588	685	789	890	1000	1118	1243
50	347	422	504	593	690	794	906	1016	1135	1260
100	352	426	508	598	695	798	911	1021	1141	1267
150	355	430	513	603	700	805	918	1028	1147	1274
200	359	434	517	607	705	810	924	1035	1154	1281
250	362	438	521	612	710	816	930	1042	1161	1289
300	366	442	525	616	715	821	936	1050	1168	1296
350	369	446	530	621	720	827	941	1058	1175	1303
400	373	450	534	625	725	832	947	1067	1181	1310
450	377	454	538	631	731	838	953	1077	1188	1317
500	380	458	543	635	736	844	959	1085	1195	1324
550	384	462	547	640	741	850	965	1093	1202	1332
600	388	466	551	645	746	855	971	1100	1209	1339
650	392	470	556	650	752	861	977	1108	1215	1346
700	395	474	560	655	757	866	983	1115	1222	1353
750	399	478	565	660	762	872	989	1123	1229	1361
800	403	483	570	665	767	877	996	1132	1236	1368
850	407	487	574	670	772	883	1002	1140	1243	1375
900	411	491	579	675	778	889	1008	1148	1250	1382
950	414	495	583	680	784	894	1014	1156	1257	1389

TRANSMİSYON VE OPTİK DANIŞLIK
ÇEVRESEL DİZELİ

Ş T	O.D.	Ş T	O.D.	Ş T	O.D.	Ş T	O.D.
100	0.000	75	0.125	50	0.501	25	0.602
99	0.004	74	0.131	49	0.510	24	0.620
98	0.009	73	0.137	48	0.519	23	0.638
97	0.013	72	0.143	47	0.528	22	0.656
96	0.018	71	0.149	46	0.537	21	0.674
95	0.022	70	0.155	45	0.547	20	0.692
94	0.027	69	0.161	44	0.557	19	0.721
93	0.032	68	0.167	43	0.567	18	0.745
92	0.036	67	0.174	42	0.577	17	0.770
91	0.041	66	0.180	41	0.587	16	0.796
90	0.046	65	0.187	40	0.596	15	0.824
89	0.051	64	0.194	39	0.609	14	0.854
88	0.056	63	0.201	38	0.620	13	0.886
87	0.061	62	0.208	37	0.632	12	0.921
86	0.066	61	0.215	36	0.644	11	0.959
85	0.071	60	0.222	35	0.656	10	1.000
84	0.076	59	0.229	34	0.669	9	1.045
83	0.081	58	0.237	33	0.681	8	1.093
82	0.086	57	0.244	32	0.695	7	1.155
81	0.092	56	0.252	31	0.709	6	1.222
80	0.097	55	0.260	30	0.723	5	1.301
79	0.102	54	0.268	29	0.738	4	1.390
78	0.108	53	0.276	28	0.753	3	1.525
77	0.114	52	0.284	27	0.769	2	1.659
76	0.119	51	0.292	26	0.785	1	2.000

YAHARIANILAN ERERLER

- ADAMS, F.W., J.B. HAAS, 1957 : Copper contents of citrated whole blood and plasma of cattle. *J. Nutr.* Vol. 63, No. 4, p. 585-590.
- AKYILDIZ, A.S. 1960 : Yemler Bilgisi Laboratuvar Elavusu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yay. No: 358. Ankara.
- AKYILDIZ, A.S. 1969 : Yemler Bilgisi. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 390. Ankara.
- ASONIE, .1971 : Mineral studies with isotopes in domestic animals. IAEA. International Atomic Energy Agency. Vienna.
- .1972 : Isotope studies on the physiology of domestic animals. International Atomic Energy Agency. Vienna.
- BACQ, Z.M. and P. ALEXANDER .1963 : Fundamentals of Radiobiology. Pergamon Press. Oxford. London. New York. Paris.
- BRENDER, J.E., D.S. MILLER. 1953 : The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Endocrin.* 53(VII).
- BOURDON, J.L. and F. MARCHEL .1973 : Techniques Bactériologiques. Paris. Soin France.
- BOHR, L.W., F.W. LOHRE, P.T. OGIKAWA .1954 : Distribution of spermatozoa in the oviduct and fertility in domestic birds. I. Residence sites of spermatozoa in fowl oviducts. *J. of Reproduction and Fertility*. 3, 37-47 (AMA, 35, 775).
- BRODY, G. 1945 : Bioenergetics and Growth. *Alimentation*; Hafes, E.S. U. and I.A. Dyer. 1969 : Animal Growth and Nutrition. Lea and Febiger. USA.
- BURKE, M.L. and D.A. HOWARD. 1963 : A blood preservative and anticoagulant for inorganic phosphate and other determination. *Vet. Rec.* 75:494.
- CAMPBELL, J.A. 1963 : Methodology of protein evaluation. American University of Beirut. p. 20.
- CHADWICK, J. 1953 : Radioactivity and Radioactive Substances. 4 th ed. Pitman. London.
- CHASE, G.D. and J.L. BABIENWITTS . 1967: Principles of Radioisotope Methodology. 3. Neaska. U.S.A.
- CONAR, C.L. 1955: Radioisotopes in Biology and Agriculture. McGraw Hill Book Comp. Inc. New York.
- ÇALIŞKANER, Ş. 1969: Radyasyon ve İrradiasyon. *Zootekni Dergisi*, 3:6. 29. Ankara.
- .1970: Radyasyonla gıda muhafazası. *Zoo. Der.* 3:12. 27. Ankara.
- .1973: İlgünlanmış pellet yemin dayama gücü ve besleme değeri üzerinde farelerle yapılan bir araştırma. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No. 520. Ankara.
- .1974 : Hayvan Beslemede Atom. *Yem San. Der.* 4:6. 9. Ankara.
- , A.K. ÖZÜÜ. 1975: Civciv embriyosunun yegitli gelişim dönemlerindeki radyoaktifte eğilimi üzerinde bir araştırma. A.Ü. Zir. Fak. Yıllık. Cilt: 25. Sayı: 1. s. 131 . Ankara.

- ÇALIŞKANEN,Ş.1976: Hayvan besleme biliminde radyoizotopların uygulama alanları.Yen.San.Der.26:19,27-29:12,29:10. Ankara.
- .1977: Büyük ve küçük yemlik verimli tavuklarda kalsiyum ve fosfor dengesi üzerine araştırmalar.A.Ü.Dir.Fak.Tay.705.
- ,E.KHTİHK. 1980:Toprak-G Üzerinde biyolojik bir araştırma. Doğa Bilim Derg.cilt:4.saya:1.s.1. Ankara.
- DICKWORTH, J., A.A.WOODMAN, I.McDONALD.1961: The assessment of nutritive value in protein concentrates by the gross protein value method.J.Sci.Food.Agric.12(407-417).
- FARRIS, J.E.1967: The care and breeding of laboratory animals. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- GAY, I.W.1965: Methods of animal experimentation. food. Press Inc. New York.
- BAFER, E.S.E. and I.A.DYER .1968: Animal Growth and Nutrition. Lea and Febiger, U.S.A.
- BARKER, J., H.MARTINS, H.HOLLER .1975 : Incorporation of ³⁵S by rumen micro organisms in vitro at various microbial growth rates. Tracer studies on non-protein nitrogen for ruminants, II. p.7-14. IAEA, Vienna.
- REIMAN, T., J.S.CARRER, J.W.COOK. 1959: Poultry Science. 18, 464.
- İNÖK, A.H. 1977 :Klinik Tarımda Laboratuvar. Menteş Matbaası. Ankara.
- KIDLAROFFSKI, J.1973: Energy requirements of the growing pig. Aikimistöri Seerisy H.W. and H.C.Evan.1983. J.of Anim.Sci. Vol.57, Supl.2, p.306.
- CFERNAN, T.H. and H.W.CLARK.1960: Radioisotope Techniques. McGraw Hill Book Comp. Inc. New York.
- SACKS, J. 1955: Isotopic tracers in biochemistry and physiology. Mc Graw Hill Book Comp. Inc. New York.
- SANDOM, H.P., P.J.TAYLOR, E.WHELLOCK, W.J.YAGG.1970 :A scanning whole-body counter for cattle. IAEA. PL.312-2-10, p.125-133.1971. Vienna.
- SPENCET, S.W. and H.C.EVAN .1983. An Overview of energy utilization in Swiss Nutrition. J. of Anim.Sci. Vol.57, Supl.2, p.300-314.
- STRAIN, W.H., H.L.SCOTT, E.M.LEACH, Jr., T.E.ZHILKE, F.HUSCH, R.K.Mc GUY, C.A.LASKAU, Jr., W.P.HEDLINGER, L.T.SYRATMAN.1972: IAEA, SM. 156/21, p.367-377. Vienna.
- TÜRKER, İ.1969: Gıda Teknolojisi Laboratuvar Tekniği. A.Ü.Dir.Fak.Tay.101. Ankara.
- WOODMAN, A.A..1967 :A chick growth test for the evaluation of protein quality in cereal-based diets. I. Development of the method. Brit.Poultry Sci.1968. Vol.9, no.1, p.55-65.
- YÖRÜKOĞLU, S.1968 :SKM Balık Faydaları Serisi. Ankara.
- TUND, İ. 1965 : Pratik Laboratuvar Metotları. I.Yenikül. Ankara.

İNDİKS

- A -

Absorbsiya, 99, 107, 110, 247
Absorblama (soğurma), 223
Aqisal momentum, 197
Aqlittinayım, 30
Aqrantliositler, 85
Aktivasiya analizi, 248
Alfa qıantı, 193, 194, 205
Alfa-qama reaksiyası, 210
 -çirir * , 209
 -qratan * , 209
Amerikon, 213
Ampereytre, 136
Antijen, 32
Antibiy, 32
Antikvayllant, 6
Aqum, 244
Aqramon, 71
Asit, 63, 72, 242
Atom, 7, 62, 182, 242, 236
Atom bombası, 206, 216
Atom sınırları, 198, 199, 202, 206
Atom teorisi, 2, 190, 193, 194
AV, 148
Autotaxikim, 24
Aqarın qıvaltı, 40, 41
Ayaxim, 41, 57
Ayırım kalınu, 244
Aqar, 29, 140, 153, 156, 157, 200

- B -

Baktir, 253
Naylungu periyodu, 165
Baz, 64, 72
Bazofil, 87
Benzonit (Bz), 226
Beyr-Kamm, 99
Beyr-Lashert Kamm, 100
Bilirdi Orenlar Kammı, 1, 191
Bilirdi sıvıqlar, 187, 200

Benzolik asit, 167
Berkiyım, 215
Beta qıantı, 193, 195, 205, 206
Bilirubin, 5
Bileşik, 2, 190
Bismutas, 242
Birleşim Sıqarı, 82
Biyoqimik viki, 252
 * hamar, 225
 * olay, 224
 * yara sızdı, 216
BİV (Basil Haddeleri Örnü), 143, 144
Bilirdi (yaxıtı), 160
Bilirdi sınırları, 53
Bilirdi sınırları, 43, 44
Bilirdi sınırları, 56

- C -

Çarpıcı-Çıpa Çıvaltı, 180, 181
Çarpıcı-Çıpa Çıvaltı, 180, 181
Çarpıcı-Çıpa Çıvaltı, 180, 181
Çarpıcı, 209
Çarpıcı sınırları, 197
Çarpıcı (C), 206
Çarpıcı, 201

- Ç -

Çarpıcı, 184, 186, 207
Çarpıcı sınırları, 209
Çarpıcı sınırları, 202
Çarpıcı, 20, 29, 244
Çarpıcı, 66-68
Çarpıcı, 61
Çarpıcı, 240, 261

- D -

Darpıcı sınırları, 197, 200
Darpıcı sınırları, 100

Densimetre, 79
Densite, 256
Değişme reaksiyonu(exchange), 242
Demir, 260, 267
Denge, 53, 101
Değerj tuz, 195, 197
Distal, 262
Dinamik denge, 53
Dillayon, 266
DNA, 205, 268
Doyma akımı, 233
Doymuş çözeltili, 61
Dosisimetre, 223
Düzenleme-alfa reaksiyonu, 211
 - neutron * , 210
 - proton * , 210

Emil Üretiminde(NE for lactation, NE₁), 183
Yerleşim payı(NE for production, NE₂), 184
Yağ besisi(NE for fattening, NE₃), 183
Sindirilebilir E. (NE), 178
Enerji bilançosu, 161
Enerji çevrilişi, 107
Enerji değeri, 161
Enerjiden faydalanma oranı, 10
Endogan, 257
Enzim, 67
Eritrosit, 71, 77, 82
Eksa periyot, 165
Etkim değeri, 65
Etiketleme, 262
Et ve kükür, 51
Enerjik, 220

- E -

Etkin yarı ömür, 217
Ejeksiyon, 27, 28, 93, 94
Eşdeğerlik, 62, 63
Eşdeğerlik noktası, 58
Element, 1, 150, 274
Elektron, 192, 194, 199, 201, 206
Elektron yakalaması, 213, 215
Elektron volt(eV), 228
Embriyo, 270
Endocritik, 210
Enerji, 4, 137, ...
 Net E. (Gross Energy, GE), 162, 177, 179
 Çevrilebilir E., 161, 189
 Fizyolojik faydalanılabilir E., 161
 Gas E. (E. in the Gaseous products of Digestion, GPD), 179
 Üreme E. (Fecal E., FE), 179
 Isı E. (Heat Increment, HI), 181
 İdrar E. (Urinary E., UE), 179
 Metabolik E. (Metabolizable E., ME), 179
 ME₁ (ME-computing), 179, 183
 ME₂ (ME for maintenance), 183
 Net E., 163
 Hızlıca(EE for growth, EE_g), 183
 Gebelik(EE for pregnancy, EE_{preg}), 183
 Güç temininde(EE for work, EE_{work}), 183

Faraday, 201
Fare, 116
 anatomi, 119
 besin maddesi gereksinimi, 118
 fizyolojik özellikleri, 121
 kafaları, 117
 sıkma tayini, 122
Fare kütlesi, 262
Fetal kas, 264
Fibrin, 4
Fibrinojen, 6
Fistül, 146
Fiziko-kimyasal olay, 224
Fiziksel olay, 224
Fiziksel yarı ömür, 216
Fizyolojik tuz soldayımı, 71
Fizyolojik yakıt değeri(Physiological fuel value, P₁), 179
Fizyon(reaksiyon hızı) 202, 207, 208
Fosfolipidler, 62, 70
Fosfat taşıması, 91
Fosfor, 153, 204, 240, 243, 257, 278, 282, 283
Fosfolipid, 266
Fosfoelastik olay, 134, 135, 137
Fotometre, 102, 103
 Filtreli, 106
 Fiyaz, 107

- F -

Foton, 195, 197, 206, 234, 251
Fotobüyük, 250
Fotopik, 251
Fotüs, 260, 264
Fraksiyonel damıtma, 56
Nüyon (pekirdek kaynağın), 202, 213

- G -

Galvanometre, 106
Gama, 193, 205, 206, 240
Gama-alfa reaksiyonu, 212
-deuteriyum " , 212
-götron " , 213
-proton " , 213
-trityum " , 212
Gama dedektörü, 250
Gama spektrumu, 251
Gay (Gy), 227
Gaz amplifikasyonu, 234
Gaz yağı, 54, 55
Geiger-Müller sayacı, 204, 234, 235
Geiger-Müller sayacı ölçümü, 234
Geiseler tıbbi, 191
Genetik etki, 252
Geriye soğutma, 56
Gizemli güçlüğü, 89, 91
Gravimetreler, 86
Gübre ve idrar, 7, 25, 80, 91, 138

- H -

Hakiki harnolma derecesi, 257
Ham besin maddeleri, 140, 144
Hamatür, 124, 126
Hayvan güçlüğü, 84
Helium, 193, 195, 205
Hematokrit, 38
Hemoglobün, 6, 71, 100, 104, 267
Hemolis, 21, 71
Hesaplamalar, 13, 102, 103
Heparin, 7
Herkülüs, 115, 167
Hidrojen bombası, 213

Hidrojen ekivalansı, 62
Hidroflorik asit, 48
Hipertonik çözeltili, 71
Hipotonik çözeltili, 71
Hipokalemi, 260

- I -

Işık intensitesi, 99
İşılama, 251
İnaktif izotop, 201
İndikatör, 60
İnkübasyon periyodu, 146, 149
İnvert şeker, 161
In vitro, 137, 146
In vivo, 137
İnorganik maddeler, 257
İyonlaştırıcı radyasyon, 223, 230
İyonizasyon, 230, 252
İyonizasyon ölçümü, 232, 233
İyonizasyon odası, 232
İyonizasyon yöntemi, 231
İyon değiştirici, 264
İyon toplama teorisi, 234
İyon maddeleri maddeleri, 244
İzot, 59, 269
İzotomik çözeltili, 71
İzotomik hassaslık, 71
İzotop, 202
İzotop, 195, 199, 201, 220
İzotop tekniği, 241
İzomer, 203
İzotop, 201

- K -

Kaba protein değeri (GPF), 150, 153
Kalorimetre, 165, 167
Su nispetinden değeri, 167, 170, 174, 177
Direkt K., 167
İndirekt K., 167, 169
İzoterm K., 163
Hayvan K., 160
İdiyomatik K., 170, 173

Kalsiyum, 257, 260, 262, 263
Kaliforniyum, 215
Kan, 5, 18, 32, 77
Kan alma, 18, 19, 20, 136
Kanda kalsiyum, 20
Kanda fosfor, 21
Kan grupları, 33, 35
Kanın pH değeri, 6
Kan viskozitesi, 267
Karbon, 240, 242, 267, 268
Karnivor, 115, 137
Karsinogenik poliatiklik hidrokarbon, 55
Kati iyonlar kamuru, 1, 190
Katede ışınları, 191
Katyon, 244
Katyon tutumu, 41, 244, 246
Kaynama, 53
Kemik iliği, 267
Kuvvet birimi, 95
Kuvvet birimi, 210
Kuvvet birimi, 224
Kuvvet, 127
 anatomik, 131
 beşerî, 128, 130
 fizyolojik özellikleri, 131
Kuvvet, 210, 211, 273
Kuvvet, 267
Kromatografi, 247
 alkoholün K., 247
 değerler K., 113
 Gaz K., 114
 Kuvvet K., 114
Kuvvetler elemanlar, 6, 78, 82, 85
Kuvvet, 194
Kuvvet teorisi (Paton teorisi), 194, 217
Kuvvet, 202
Kuvvet yansıması, 45
Kuvvet faktörü, 111
Kuvvet, 169, 264, 268
Kuvvet, 215
Kuvvet enerjisi relativitesi, 215
Kuvvet numarası (A, proton sayısı) 190, 202, 206

- L -

Lameli, 13
Leüosit, 87, 88
Lineer enerji transferi (LET), 226
Litroni, 88
Lümin, 85
Lüminisans, 88
Lüminisans, 181, 182

- M -

Magnesium Rhenu (Rh), 34
Mafik deşimal blamposu, 161
Magnesyum, 20, 260
Maksimum mükemmel edilen duz (MMO), 221, 222
Maksimum mükemmel edilen numara, 222
May-Ordvelli çözümleri, 191
Mikrobiyal gelişme, 149
Mikrobiyal protein sentezi, 247
Mineral birim, 155
Mineral maddeler, 46, 48, 50
Molar çözümleri, 70, 72
Molarite, 70
Mücadele, 87, 88
Mücadele parçalanma hızı, 247

- N -

Nem, 195
Net protein yarılanma zamanı (NPT),
150, 153, 156, 157
Niyasta, 130
Niyasta değeri, 142, 143, 145
Nitrik asit, 47
Nitrik-perklorik asit, 48, 50
Nitrik-6H Nitrik-perklorik asit, 49
Nitrojen, 29, 153, 156
Nitrojen blamposu, 140, 157
Nobelium, 213
Normal çözümleri, 62, 67, 68
N-parafin, 54, 55
Nütral su, 31
Nütr atom, 192
Nütrleştirme, 59
Nütrofil, 181
Nütron, 198, 199, 200, 207, 249

Neutron-alfa reaksiyonu,211
-2 neutron " ,212
-gamma " ,212
-proton " ,211

- O -

Oksidasyon-redüksiyon,59
Oksijen bombası,165
Omnivor(steatit+otoul),115,187
Optik aktiflik,96,180
Optik dansite,108,110,111,112,278
Optik yol,99
Orantılı sayaç bölgesi,232,233
Organizmaya eklenen enerji,30
Organ ve doku,22,153
Osteomalasia,260
Otoradyografi,238,240,261
Otoradyogram,262
Ototeknikem,24

- O -

Old zaman,234,277
Ön devre,139
Özgül ağırlık,77

- P -

Paratiroid,260
Patojenik oluşum,271
Penetrasyon gücü,193
Pepsin-BGI,146
Periyodik sistem,199,275
Perkloratör,57
pH,72
Pirildama(eintilasyon)koeforları,236
Piknometre,78
Pipetlerin temizlenmesi,12
Planck-kuantum teorisi,193
Plato,236
Plasenta,264
Plasma,5,21,22,71

Polonyum,192
Polarize ışık,96
ppm çöseltili,68
primer ışınlar,233
Prodiktif Protein Değeri(PPD),29
Protein etkinlik oranı(PRE),150,159,160
Proksimal,262
Proton,192,198,199
P-alfa reaksiyonu,212
-delta ruyun " ,212
-gamma " ,212
-nitrin " ,212
Puls(sinyal),234,236

- R -

Rad,225,227
Radon,226
Radyasyon,192,193,223,225,251,269,270
Radyasyon kanunları,1,5,217-219
Radyasyondan korunma,222
Radyoaktif atom,192
Radyoaktif bomzılma,193
Radyoaktif izotop,199,201
Radyoaktif parçalanma,215,216
Radyoaktif saygıflama,213
Radyoaktivite,192,203,204
Radyobiyolojik hasar,225
Radyoelement,244
Radyoisotop,241
Radyoisomer,242
Radyometrik analiz,247
Radyometre,242
Radyoografik yöntem,204,239,240
Radyum,192,205,226
Rasyon,151,152,154,158,160
Ragitim,260
Reaktör,249
Relatif biyolojik etkinlik(RBE),228
Renk,228
Renk intensitesi,98
Respirasyon emsali,196
Resin,244
RFA,39
Röntgen(\bar{x}),227

Küme sıvısı,146
Rutherford deneyi,193

- 8 -

Sakkarimetre,97,180
Santrifüj kuvveti,37
Sayım aletleri,255
Sayım platosu,233
Sayım kamerası,13,84
Sedimentasyon,30
Sekonder elektronlar,233
Serbest radikal,225
Serum,6,20,22
Serum fizyolojik,64
Seyreltik çözelti,61
Seyreltme veya eğitilme yöntemi,102,243
Sığan,122,153,156,159,264
 anatomisi,123
 fizyolojik özellikleri,124
Siyah(Sv),228
Siliyona,47,50
Sindirilebilir besin maddeleri,140,144,178
Sindirim denemeleri,26,139,140,144
Sindirim enzimi,141,145
Sintillasyon dedektörleri,237
Sintillasyon yöntemi,236
Sinyelli saygı,238
Sodyum,264
Sodyum sitrat,7
Soğurma(absorbsiyon),223
Sokalolet,57
Somatik tesir,252
Sonda,146
Som periyot,165
Sönme kurvesi,248
Spektromatik tayin,201
Spektrografi,196
Spektrum,106
Spektrumu soyma(spektrum stripping),251
Spesifik aktivite,226,242
Stabil,201,203
Standart eğri,112
Standart eriyik,58,61,74
Standart seriler yöntemi,101
Stephan-Bolsman kanunu,219

Sterilizasyon,252,271,272
Stronsiyum,269
Substrat,148
Su kayması,79
Su trompu,36

- 9 -

Şeker(sakkaroz),181,182
Şap,87,88

- 10 -

Taşınım çözelti,72
Tayınım,132
 anatomisi,134
 beslenmesi,133
 fizyolojik özellikleri,135
Tek hücre proteini,53,54
Tekrarlı birleşme bölgesi,232,233
Tenisleme (yıkama)çözeltisi,11,116
Terminiklear reaksiyon,213
Tere kare kanunu,218
TKB,TM,143,145,178
Thoma lamı,13,84
Tolerans dos,222
Toryum,192,205
Total protein etkinliği(TPE),150,157,159
Transmittans,99,107,110
Transuranyum,213,214
Triolein,186
Tripalmitin,186
Tristearin,186
Tritium,211,267,268
Tromboplastin,6
Tuz,140
Tümör tedavisi,252

- 11 -

Uzunlararası ışınlama birimi,227
Uranyum,192,202
Uyarılma,224
Uyarılmış gaz atomları,234

Grik asit, 25, 27, 40
Urometre, 50

- V -

Vitamin-D, 260
Vitamin karmanı, 154, 160
Volumetre, 79

- X -

X-ışınları, 192, 207
X-ışını radyografisi, 239

- Y -

Yağ, 186
Yağ metabolizması, 266
Yanma ısısı, 163, 166, 170, 176
Yarı ömür, 202, 203, 215, 216, 247
Yapama payı, 138
Yapı yakma, 51
Yemin yapısı, 138
Yoğunluk, 77
Yumurta, 51, 52
Yük-kütle birimi, 201
Yükçe çöseltili, 66, 67, 68
Yükselen etki, 222

- Z -

Zerrecikler teorisi (foton teorisi-kuantum teorisi), 223
Zirhlama, 223